

Contributors

Gerding, Theodor, 1820-
Royal College of Physicians of Edinburgh

Publication/Creation

Leipzig : F.W. Grunow, 1867.

Persistent URL

<https://wellcomecollection.org/works/m3bnvguv>

Provider

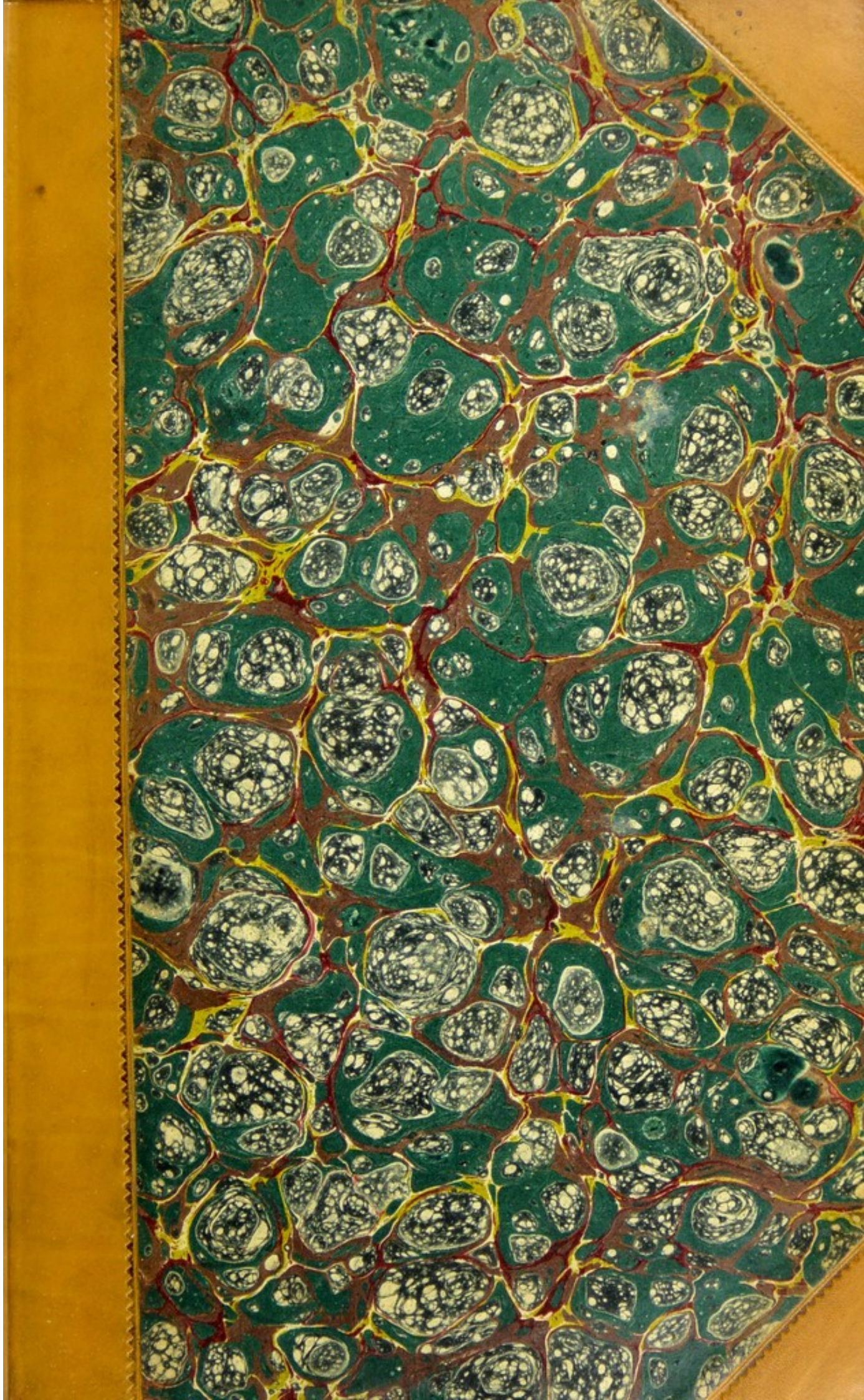
Royal College of Physicians Edinburgh

License and attribution

This material has been provided by This material has been provided by the Royal College of Physicians of Edinburgh. The original may be consulted at the Royal College of Physicians of Edinburgh. where the originals may be consulted.

This work has been identified as being free of known restrictions under copyright law, including all related and neighbouring rights and is being made available under the Creative Commons, Public Domain Mark.

You can copy, modify, distribute and perform the work, even for commercial purposes, without asking permission.



li 5: 14

R34802





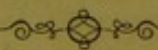
Geschichte der Chemie.



Bearbeitet

von

Dr. Th. Gerding.



Leipzig.

Verlag von Fr. Wils. Grunow.

1867.

Geschichte der Chemie

Erster Theil

von

Dr. F. G. Gmelin

Leipzig

Verlag von G. H. G. Gmelin

1807

Vorwort.

Schon seit Jahren reifte, häufig ausgesprochenem Bedürfniß zufolge, der Plan in mir, eine „Geschichte der Chemie“ in möglichst compendiöser Form zu verfassen, und es freut mich, daß ich diese Absicht, nach mehrjährigen Studien, mit Hülfe der an historischen Quellen so glänzend ausgestatteten, höchst liberalen Königlichen Universitäts-Bibliothek der hiesigen Georgia Augusta, zu verwirklichen vermochte. Zwar hat die übrigens so reichhaltige chemische Literatur auch einzelne historisch-chemische Werke aufzuweisen, unter denen das, von der unter den Koryphäen der Wissenschaft hoch zu feiernden Notabilität, dem Herrn Professor Dr. Hermann Kopp, gegenwärtig an der Universität zu Heidelberg, während der Jahre 1843—1847 herausgegebene große, vier Bände umfassende Opus, einzig in seiner Art, als Muster hervorragend dasteht; aber diese ganz ausgezeichnete, unübertreffliche „Geschichte der Chemie“ bietet ein so umfangreiches Material, unter ausführlicher Behandlung, daß manchem Jünger der Wissenschaft, bei den täglich in kaum übersehbarer Ausdehnung aufgedeckten, schwierig zu absorbirenden, resp. geistig zu verarbeitenden Thatfachen, auf dem Gebiete der Chemie, Zeit und Muße nicht vergönnt sind, um ein so herrliches Werk studiren zu können. Daher möchte denn auch, neben diesem glänzenden Stern in der chemischen Literatur, das vorliegende Compendium der Geschichte der Chemie, obgleich gewagt, doch nicht unwillkommen erscheinen; um so weniger, da das bezeichnete classische Werk des Herrn Professor's Kopp als leitendes Muster diene, außer den zahlreichen, durch Citate angeführten Quellen; außer der 1797—1799 hier in Göttingen erschienenen, von dem ehemaligen Professor der Chemie Joh. Friedr. Gmelin (an der Universität Tübingen und später an der hiesigen Georgia Augusta) in 3 Bänden verfaßten Geschichte der Chemie; der 1803 zu London in 3 Bänden von Johnson herausgegebenen „History of the progress of animal Chemistry“; der History of Chemistry by Th. Thomson (2. vol.; London 1830—1831); dem biographisch-literarischen Handwörterbuch, zur Geschichte der exacten Wissenschaften, von J. E. Poggendorff (Leipzig 1858—1859), des Dioskoridov Opera (in specie Pedacis Dioscoridae Anazarbei de materia medica), des C. Plinii Sec. Historia naturalis, den Werken von Dschafar (Geber), Avicenna, Albert von Bollstädt (v. Albertus Magnus), Roger Baco, Basilius Valentinus, Paracelsus, J. Solandus, Agricola, A. Libavius, J. R. Glauber, Sylvius de le Boë, D. Tachenius, R. Boyle, J. Kunkel, Urb. Hiärne, J. J. Becher, W. Homberg, N. L'Émery, (Rémer), St. Blancard, J. H. v. Söngsten, J. M. Hofmann, Wallerius, Joh. Junker, G. E. Stahl, Fr. Hoffmann, Hermann Boerhave, C. Neumann, Lavoisier, Four-

croy, Berthollet, Gay-Lussac, H. Davy, M. E. Chevreul, Thénard, Berzelius, Dumas, L. Gmelin, v. Liebig, Wöhler, Gerhardt, Th. Thomson, und Andern; außer folgenden Zeitschriften: Crell's chemischen Annalen, Gehlen's Journal, Gilbert's Annalen, Poggendorff's Annalen, Annalen der Chemie und Pharmacie v. Liebig, Kopp und Wöhler, Journal für praktische Chemie, Annales de Chimie, Journal de Physique, Annales de Chimie et de Physique, Mémoires de l'Académie des sciences, Journal de Pharmacie, Annales des mines, Journal de l'École polytechnique, Mémoires de la société d'Arcueil, Comptes rendus, Philosophical Transactions, Annals of Philosophy, Philosophical Magazine, Quarterly Journal of science etc. etc., die Geschichte der Chemie v. H. Kopp als Hauptquelle benutzt wurde.

Der Inhalt des Werkes erhellt aus dem hinzugefügten ausführlichen Verzeichniß desselben, jedoch verweise ich vor Allem auf den Text selbst, der zur ungefähren Hälfte eine allgemeine historische Entwicklung der chemischen Kenntnisse, von den Zeiten des grauen Alterthums an, bis zum ersten Viertel und der etwaigen Mitte des laufenden Jahrhunderts, unter besonderer Berücksichtigung der Biographie und Productivität der hervorragenden Männer, welche der Begründung und Förderung der chemischen Wissenschaft ihre Bestrebungen zuwandten, in Perioden bietet; zur andern Hälfte in einer mehr speciellen, kurzgefaßten Weise, die Entwicklung der Kenntnisse von den wichtigsten chemischen Lehren, Theorien und einzelnen Stoffen behandelt. — Daß der ersprißlichen Resultate emsiger Forschungen während der letzteren Decennien, nicht, oder hie und da doch nur in einem etwa erforderlichen Zusammenhange aphoristisch gedacht worden ist, kann selbstverständlich nicht anders erwartet werden, denn so wie auf der einen Seite der Mann der Wissenschaft mit den eminenten Leistungen der Neuzeit, im Bereiche des chemischen Lehrgebäudes hinreichend vertraut ist, wird der Jünger der Wissenschaft zu dem Ende sein Studium den fortlaufenden Journalen, den zahlreichen Lehr- und Handbüchern widmen und dort die neuesten Thatfachen suchen.

Im Uebrigen mag das auf Quellen-Studium basirte, hiermit der wissenschaftlich-chemischen Literatur einverleibte Opusculum weiter belehren, und wünsche ich, daß dasselbe, bei den Förderern und Jüngern der gegenwärtig so bedeutungsvollen Wissenschaft, einige Anerkennung finde, denselben aber auch, sowie allen Denen, welche die Chemie als Hülfswissenschaft gründlich studiren, Interesse und Nutzen gewähre! —

Zum Schluß sehe ich mich indessen noch veranlaßt, zu erwähnen, daß ich dem bewiesenen, freundlichen Entgegenkommen und der allgemein anerkannten Liberalität der Herren Verwaltungs-Beamten der hiesigen Universitäts-Bibliothek, insbesondere des Ober-Bibliothekars's, des Herrn Hofrath's und Professor's Dr. Hoef, sowie des Herrn Rath's Dr. Stromeyer gegenüber, behufs der ermöglichten Ausführung meiner Idee, zu inniger Dankbarkeit mich verpflichtet fühle! —

Göttingen, Ende April 1867.

Der Verfasser.

Inhalt.

Vorwort	Seite 3
-------------------	------------

Erster Theil.

Allgemeine Geschichte der Chemie

oder

historische Entwicklung der chemischen Wissenschaft, in den verschiedenen Perioden, mit Rücksicht auf die hervorragendsten Chemiker und deren Leistungen.

Einführung	3
----------------------	---

Abstammung resp. Ableitung des Wortes „Chemie“ S. 4 u. 5. Begriff der heutigen Chemie, oder Definition des Wortes „Chemie“, dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft angemessen. S. 6. Eintheilung der Geschichte in verschiedene Perioden	8
--	---

Ältere Geschichte der Chemie

oder

Erste Periode. Chemische Kenntnisse des Alterthums	10
(Von den frühesten Zeiten bis zur Mitte des 4. Jahrhunderts nach Chr. Geburt)	10
Kenntnisse der Egyptianer, Phönicier, Israeliten, Griechen und Römer	11—19
Solon; Pythagoras; Herodot; Plato; Homer (600 v. Chr. Geburt) (550 v. Chr. Geburt) (440 v. Chr. Geburt) (380 v. Chr. Geburt) (1000 v. Chr. Geburt)	11
Hesiodos; Demokrit; Aristoteles (im 13. Jahrh. v. Chr.) (im 5. Jahrh. v. Chr.) (384—322 v. Chr.)	12
Thales; Anaximenes, Heraclit (600 v. Chr. Geb.) (557 v. Chr. Geb.) (500 v. Chr. Geb.)	13
Theophrastos, Dioscorides, Cajus Plinius Sec. der Ältere (371 v. Chr. Geb.) (Mitte des 1. Jahrh. n. Chr. Geb.) (23 nach Chr. Geb.)	14
Uebersicht des Inhalts der C. Plinii Sec. Historia naturalis	15—17
Claudius Galenus (121 n. Chr. Geb.)	18
Alexandrinische Akademie, von Ptolemäus I. (301—284) gegründet	19

Mittlere Geschichte

oder

Zweite Hauptperiode.

A. Unterperiode oder Zeitalter der Alchemie	20
(Von der Mitte des 4. Jahrhunderts bis zum 1. Viertel des 16. Jahrhunderts.)	
Charakter der Unterperiode	20

	Seite
Zweck der Alchemie	20
Ausbildung der Chemie durch die Araber	—
Belege durch Citate aus Geber's oder Dschafar's Schriften	21—22
Synesius und Zosimos von Panopolis, Schriftsteller aus der Alexandrinischen Schule (im 5. Jahrhundert n. Chr. Geburt)	22
Citat aus dem Dioskorides	—
Michael Psellus	23
Nicephorus Blemmidas (1255 n. Chr. Geb.)	—
Artephius	—
Morienus	24
Kalif-Al-Mansur (754—775)	—
Harun al Raschid (786—808)	—
Geber oder Dschafar oder Abu-Mussa-Dschafar-al-Sofisi (im 8. Jahrhundert)	—
Rhazes oder Muhamed-Ibn-Safarjah-Abn-Bejr-al-Rasi († 932)	26
Avicenna oder Abu-Hali-Ebn-Abdallah-Abnusina (v. 978—1036)	—
Avenzoar oder Al-Basir-Abn-Merwan-Abdelmelech-Ibn-Zohr oder Abdelmelech-Abn- Merwan-Ebn-Zohr (im 11. Jahrhundert)	—
Averrhoës oder Abu-Elhalid-Muhamed-Ebn-Ahmed-Ebn-Mohamed-Ebn-Roschid oder Muhamed-Abul-Valid-Ebn-Ahmed-Ebn-Roschid (Anfang des 12. Jahrhunderts)	—
Albukases oder Alzaharavius oder Abul-Casem oder Khalaf-Ebn-Abbas-Abul-Rasan oder Bulhasem Ben-Aferazerin (im 12. Jahrhundert)	27
Thograi Majudi	28
Ueber die Gewerbe, Berg- und Hüttenwerke (im 11. u. 12. Jahrhundert)	28—29
Jahio Ebn-Serapion	30
Mesuc	—
Adolph Meutha (1318)	—
Albert von Bollstädt oder Albertus Magnus (im Anfang des 13. Jahrhunderts 1205 geboren)	—
Ueber Gewerbe, welche mit der Chemie zusammenhängen	32
Roger Baco (1214)	33
Arnold Villanovanus oder Arnold Bachuone (geb. 1235)	34
Raymundus Lullus (geb. 1235)	35
Nicolaus Flamel (geb. 1330)	37
Isaak Hollandus (im 14. Jahrhundert)	—
Joh. Isaak Hollandus (im 14. Jahrhundert)	—
Trevis oder Trevigo (geb. 1406)	—
Georg Ripley (geb. 1415)	—
Thomas Norton (1477)	—
Basilus Valentinus (im 15. Jahrhundert)	38
Ueber den Ursprung der Alchemie, Hermes Trismegistos	40
Julius Maternus Firmicus (350 n. Chr. Geb.) Synesius (410 n. Chr. Geb.)	41
Ueber den Stein der Weisen	41
B. Zweite Unterperiode oder die der medicinischen Chemie	42
(Von dem ersten Viertel des 16. Jahrhunderts bis zur Mitte des 17. Jahrhunderts.)	—
Iatrochemie	—
Philippus Aureolus Theophrastus Paracelsus Bombast von Hohenheim (geb. 1493) (Dessen Lehren [besonders auch die vom Tartarus] und des Paracelsus' Schriften)	43
Georg Agricola (geb. 1494)	49
Crastus (genannt Lieber)	50

Heinrich Smets a Peda	50
Bruno Seidel	—
Niolan von Amiens	—
Tuffan Dueret von Cavaillon	—
J. J. Aubert von Vendome	—
Germ. Courtin	—
A. Penot	—
Du Gault	—
J. Dovynet	—
Georg Vertin	—
Huser Ad. von Bodenstein	—
G. Dorn	—
M. Torites	—
Valentin Antropassus Siloran	—
A. Ellinger	51
Georg Fedro von Rodach	—
Barth, Carrichter von Reddingen	—
Thurnehser (genannt zum Thurn geb. 1530)	—
Pet. Severin	52
Du Chesne (Quercitanus geboren 1521)	53
Turquet de Mayerne (geboren 1573)	—
Oswald Croll	54
Adrian v. Mynsicht	—
Andreas Libavius	—
Angelus Sala (im ersten Viertel des 17. Jahrhunderts)	55
Joh. Baptist van Helmont (geboren 1577)	56
Daniel Sennert (geboren 1572)	59
Johann Rudolf Glauber (geboren 1604)	60
Thomas Bartholin (geboren 1616)	62
Hermann Conring (geboren 1606)	—
Franz de le Boë Sylvius oder Sylvius de le Boë (geboren 1614)	—
Otto Tachenius	64
Thomas Willis (geboren 1621)	65

Neuere Geschichte.

Erste Periode derselben.

Dritte Hauptperiode oder das phlogistische Zeitalter	66
(Von der Mitte des 17. Jahrhunderts bis zum letzten Viertel des 18. Jahrhunderts.)	
Charakter der phlogistischen Periode	68
Robert Boyle (geboren 1627)	71
Johann Kunkel (geboren 1638; Joh. Kunkel von Löwenstjern)	81
Urban Hiärne (geboren 1641)	83
Johann Joachim Becher (geboren 1635)	84
Wilhelm Homberg (geboren 1652)	87
Nicolas L'Émery (Nicolaus Lémer) (geboren 1645)	88
Louis L'Émery (Ludwig Lémer) (geboren 1677)	92
Christoph Glaser	93
Mar. Meurdrac	—
Karl Lancilotti	—
Edw. Volquest	—

	Seite
Pade	93
Jak. le Mort	—
Karl de Maets	94
Stephan Blancard	—
Herm. Mik. Grimm	—
Jakob Barner	—
Joh. Hef. v. Jüngken	—
Ettmüller	—
Joh. Bohn	—
Joh. Mor. Hoffmann (geboren 1653)	—
Joh. Andr. Stiffer	95
Swedenborg	97
Wallerius	—
Joh. Junder	—
Georg Ernst Stahl (geboren 1660)	—
Friedrich Hoffmann (geboren 1660)	106
Hermann Voerhave (geboren 1668)	108
Caspar Neumann (geboren 1683)	110
Theodor Eller	111
Joh. Heinrich Pott (geboren 1692)	112
Andreas Sigismund Marggraf (geboren 1709)	113
Stephan Franz Geoffroy (geboren 1672)	115
Claude Joseph Geoffroy (geboren 1686)	—
Heinrich Ludwig Duhamel du Monceau (geboren 1781)	116
Peter Joseph Macquer (geboren 1718)	—
Kirwan	117
Joseph Blad (geboren 1728)	—
Cullen	—
Heinrich Cavendish (geboren 1731)	118
Joseph Priestley (geboren 1733)	121
Scheele (geboren 1742)	123
Torbern Bergman (geboren 1735)	128

Zweite Periode.

Vierte Hauptperiode oder das quantitative Zeitalter	131
(Von dem letzten Viertel des 18. Jahrhunderts bis auf die neuere Zeit, resp. zur ungefähren Mitte des 19. Jahrhunderts).	
Allgemeine Betrachtungen	131
Character der neueren Periode	134
Antoine Laurent Lavoisier (geboren 1743)	135
Louis Bernard Guyton de Morveau (geboren 1737)	142
Antoine François de Fourcroy (geboren 1755)	144
C. L. Berthollet (geboren 1748)	146
Hassenfratz	147
Berthollet	—
Martin Heinrich Klaproth (geboren 1743)	152
L. N. Vauquelin (geboren 1763)	154
J. L. Proust (geboren 1761)	157
Richter und Wenzel	160

	Seite
John Dalton (geboren 1766)	160
J. L. Gay-Lussac (geboren 1778)	163
Humphry Davy (geboren 1778)	166
Louis Jacques Thénard (geboren 1777)	170
Jöns Jacob Berzelius (geboren 1779)	174
Michael Faraday (geboren 1791)	181
Gilhard Mitscherlich (geboren 1794)	184
Jean Baptiste Dumas (geboren 1800)	188
Justus von Liebig (geboren 1803)	191
Friedrich Wöhler (geboren 1800)	197
Robert Wilhelm Bunsen (geboren 1811)	202
K. G. Th. Bischof (geboren 1792)	203
A. W. Hofmann (geboren 1818)	204
Otto Linné Erdmann (geboren 1804)	205
K. J. Löwig (geboren 1803)	—
A. W. H. Kolbe (geboren 1818)	206
K. G. Lehmann (geboren 1812, gestorben 1862)	—
W. H. Heintz (geboren 1817)	207
E. F. von Gorup-Besanez (geboren 1817)	—
Hermann Kopp (geboren 1817)	208
Joh. Chr. Poggendorff (geboren 1796)	209
Heinrich Will (geboren 1812)	—
K. R. Fresenius (geboren 1818)	210
R. F. Marchand (geboren 1813 gest. 1849)	—
Joh. Jos. Scherer (geboren 1814)	211
Fr. Jul. Otto (geboren 1808)	—
Friedrich Ludwig Knapp (geboren 1814)	212
Friedrich Ludwig Redtenbacher (geboren 1810)	—
Pompejus Volley (geboren 1812)	—
Rudolf Böttger (geboren 1806)	—
Cajetan Georg Kaiser (geboren 1803)	213
C. J. N. Balling (geboren 1805)	—
H. W. Stein (geboren 1811)	—
Joh. Rudolf Wagner (geboren 1823)	214
K. F. Kammelsberg (geboren 1813)	—
K. Weltzien (geboren 1813)	—
Johann Gottlieb (geboren 1815)	—
Th. Fr. Schönbein (geboren 1799)	—
Fr. Rochleder (geboren 1819)	215
K. Glasiewicz (geboren 1825)	—
Anton Schrötter (geboren 1802)	—
August Vogel (geboren 1817)	—
Ludwig Andreas Buchner (geboren 1813)	216
Georg Chr. Witsstein (geboren 1810)	—
Heinrich August Vogel (geboren 1778, gestorben vor einigen Jahren ?)	—
Joh. Andreas Buchner (geboren 1783, gestorben 1852)	—
Fr. Ph. Dull (geboren 1788, gestorben 1851)	217
Friedrich Sertürner (geboren 1783, gestorben 1841)	—
S. Fr. Hermbstädt (geboren 1760, gestorben 1833)	218

	Seite
J. Fr. A. Götting (geboren 1755, gestorben 1809)	218
Joh. Nepomuk Fuchs (geboren 1774, gestorben 1856)	219
Chr. Heinr. Pfaff (geboren 1773, gestorben 1852)	220
Joh. Barthol. Trommsdorff (geboren 1770, gestorben 1837)	—
Chr. W. G. Trommsdorff (geboren 1811)	222
R. Brandes (geboren 1795)	—
Joh. Wolfgang Döbereiner (geboren 1780, gestorben 1849)	223
Bertrand Pelletier (geboren 1761, gestorben 1797)	224
Joseph Pelletier (geboren 1788, gestorben 1842)	225
Jean Pierre Joseph Darcet (d'Arcet) (geboren 1777, gestorben 1844)	—
Pierre Jean Robiquet (geboren 1780, gestorben 1840)	226
Michel Eugène Chevreul (geboren 1786)	227
G. Braconnot (geboren 1781, gestorben 1855)	—
Jean Baptiste Caventou (geboren 1819)	228
Joh. Fr. Smelin (geboren 1748, gestorben 1804)	229
Leopold Smelin (geboren 1788, gestorben 1853)	—
Chr. G. Smelin (geboren 1792, gestorben 1859 ?)	231
G. Rose (geboren 1795, gestorben 1864)	—
Andreas Ure (geboren 1778, gestorben 1857)	234
Thomas Thomson (geboren 1773, gestorben 1852)	—
William Thomas Brande (geboren 1788)	235
John Stenhouse (geboren 1809)	—
Thomas Graham (geboren 1805)	236
William Gregory (geboren 1803, gestorben 1858)	—
James Sheridan Muspratt (geboren 1821)	237
W. Chr. Zeise (geboren 1789, gestorben 1847)	238
G. R. Hermann (geboren 1805)	—
G. J. Mulder (geboren 1802)	—
E. G. Mosander (geboren 1797, gestorben 1838)	239
L. F. E. Svaneberg (Lars oder Lorenz Fredrik) (geboren 1805)	—
R. A. E. Nordenskjöld (geboren 1832)	240
J. A. Arfvedson (geboren 1792)	—
G. Victor Regnault (geboren 1810)	—
Théophile Jules Pelouze (geboren 1807)	241
Edmund Frémy (geboren 1814)	242
Anselme Payen (geboren 1795)	—
J. B. J. Boussingault (geboren 1802)	243
G. Etienne Sainte-Claire Deville (geboren 1818)	244
R. Fr. Gerhardt (geboren 1816, gestorben 1856)	245
A. Laurent (geboren 1807, gestorben 1853)	246
J. François Berzoz (geboren 1805)	248
R. Th. Saussure (geboren 1767, gestorben 1845)	249
Fouqué, Chancel, Caron, Debrah, Dessaignes, Playfair, Bury, Péligot, Passaigne, Dumasquier, Langlois, Margueritte, Roseleur, Lavaux, Dupré, Pasteur, Berthelot, Berthier, Marignac, Henry, Damour, Béchamp, Anderson, Arnaudon, Banksyn, Taylor, Mène, Rickles, Riepe, Maumené, Mallet, Matteucci, Debus, Malaguti, Leblanc, Levy, Lefort, Gladstone, Galloway, Baudrimont, Levol u.	249
Schloßberger, Mohr, Strecker, Kukulé, Schnedermann, Knop, Hassenfratz, Limpricht, Sonnenstein, Brunner, Büchner, Hallwachs, Beilstein, v. Uslar, List, Bödeker,	

Witte, Hübner, Fittig, Bayer, Zwenger, Berther, A. Müller, Heeren, Himly, Schulze, Hünefeld, Osann, Bromeis, Bergemann, Delffs, Bornträger, Gößmann, Genthner, Suckow, Reichardt, Ludwig, Bley, Overbeck, Duflos, Ehrmann, Engelhardt, Reinsch, Völcker, Völkel, Kraut, Stohmann, Henneberg, Kühn, Kühn, Hirzel, Landolt, Baumert, Löwe, Kerndt, Dammer, Stahlshmidt, Streng, Kerl, Städler . 250

Zweiter Theil.

Specielle Geschichte der Chemie

oder

Geschichte der wichtigsten Lehren, Theorien und einzelnen Stoffe . . .	251
Einleitung	252—266
Ueber den Inhalt und Zweck des speciellen Theils; Specielles über die Abstammung und die verschiedenen früheren Definitionen des Wortes „Chemie“	254
Ueber den Ursprung und Zweck der Alchemie	262
Ueber den Stein der Weisen	265
Altabheft	266

I. Abschnitt.

Geschichte der wichtigsten Lehren und Theorien.

I. Entwicklungs-Periode der Affinitäts- oder Verwandtschafts-Lehre und elektrochemischen Theorie.	
A. Die Affinitäts- oder Verwandtschafts-Lehre	267
Hippocrates' Ansichten	—
Glauber's und Boyle's Ansichten	268
Einführung des Ausdrucks „Verwandtschaft“ in die Chemie durch Borchsenius	—
Boerhave's Aussprüche über die Affinität der Körper oder über das Wort affinitas (in seinen „Elementis Chemiae“)	269
Nähere Betrachtung des Werkes: „Elementa chemiae von Boerhave“	271
Geoffroy's Verwandtschaftstafeln	273
Newton's Ansicht	275
Bergman's Vorstellungen von der Verwandtschafts-Kraft	—
Berthollet's Verwandtschafts-Lehre	276
Spätere und heutige Begriffe von den verschiedenen Verwandtschaftsarten oder der verschiedenen Wirkungs-Aeusserung der chemischen Verwandtschaft. Einfache Verwandtschaft und Wahlverwandtschaft. (Einfache Wahlverwandtschaft, doppelte Wahlverwandtschaft und prädisponirende Verwandtschaft)	280
Guyton de Morveau. Bergman's Tafeln	282
B. Elektrochemische Theorie und das elektrolytische Gesetz.	
Wahrnehmung der Electricität bei chemischen Verbindungen	283
Galvani's Beobachtungen in der Contact-Electricität	—
Volta's Erklärung der durch Galvani beobachteten Erscheinungen	—
Nicholson's und Carlisle's Thatsache der Zerlegung des Wassers durch den elektrischen Strom	284
Berzelius' und Bisfinger's Versuche über die Einwirkung der Voltaischen Säule auf Basen und Salze	—
Davy's Zerlegung verschiedener Basen auf elektrolytischem Wege	—
Ampère's Theorie über die Molekular-Electricität	285
Berzelius' elektrochemische Theorie und Ansicht über die elektrische Polarität der Körper	286
Elektrochemische Spannungsreihe	—

	Seite
Anwendung der elektrochemischen Theorie auf die Constitution der Salze, resp. auch Basen und Säuren	288
Elektrolyse, Faraday's Erkenntniß des elektrolytischen Gesetzes	289
II. Entwicklungs-Periode der atomistischen Theorie, Stöchiometrie, der Erkenntniß der chemischen Verbindungen; deren Nomen- clatur und Zeichenlehre	
Das Wort „Atom“, dessen Abstammung, erster Gebrauch (durch Leucippus und Epikur); dessen Bedeutung	—
Boyle's Auffassung des Wortes „Atom“ in einem chemischen Sinne (in dessen „Chemista scepticus“)	292
Lémery's Ansicht (in dessen Cours de Chimie)	—
Stahl und Newton's Ansicht	—
Higgins' Aussprüche über Atomentheorie	293
C. T. Wenzel's und Richter's Begründung der Stöchiometrie oder Stoffmessung durch aufgedeckte Thatsachen	—
Proust's Erweiterung der stöchiometrischen Lehre	294
Dalton's Erkenntniß des Gesetzes der Multiplen	—
Dalton's Entdeckungen und Begründung der Lehre von den einfachen und zu- sammengesetzten Atomen	295
Berzelius' Aufstellung des Gesetzes über die Sättigungscapacität	296
Berzelius' Tabellen der Atomgewichts- oder Äquivalentzahlen	297
Tabellen späterer Atomgewichts- oder Äquivalentzahlen nach Marchand's Tafeln und Rose's Handbuch	299
Tabellen der Äquivalentzahlen der neuesten Zeit	302
Vergleichende Tabelle der von Dalton und Berzelius aufgestellten Atomgewichts- zahlen	304
Thomson's, Richter's, Fischer's und Wollaston's Verdienste um die Berechnung von Atomgewichts- oder Äquivalentzahlen	305
Ueber die Ausdrücke: „Atomgewicht, Proportionalzahl, Äquivalent und Mischungs- gewicht“ (von Dalton, Davy und Wollaston eingeführt)	—
Fischer's Tabelle, nach Richter's Angaben	306
Tabelle von Thomson	307
Tabelle von Wollaston	—
Fortsetzung der Begründung der Atomentheorie. Erste Grundlage zur Volumen- theorie, durch Humboldt's und Gay-Lussac's Entdeckung der Verbindungs-Ver- hältnisse zwischen dem Sauerstoffgas und Wasserstoffgas im Wasser	308
Gay-Lussac's Erkenntniß der verschiedenen Verbindungs-Verhältnisse zwischen anderen Gasen, z. B. zwischen dem Stickstoff und Sauerstoff (in einfachen und vielfachen Ver- hältnissen). — Gay-Lussac's erkannte Gesetzmäßigkeit der einfachen Multipla oder erkanntes Gesetz der multiplen Proportionen in den chemischen Verbindungen der Gase	308
Berzelius' Begründung der Volumentheorie mit Hülfe des von Seiten Gay-Lussac's erkannten Gesetzes der einfachen und multiplen Verhältnisse der Gas-Verbindungen	309
Erweiterung und Ausdehnung der Volumentheorie auf starre Körper, durch Berzelius	310
Ueber die Bedeutung des Ausdrucks „Äquivalentvolumen“	—
Desgleichen „Atomvolumen“	311
Beziehung der Ausdrücke „Äquivalent und Atomvolumen“ zu einander	—
Ueber die richtigen Begriffe der Ausdrücke: „Mischungsgewicht, Atomgewicht und Äquivalentzahl“	312

Erkenntniß des wahren Charakters einer chemischen Verbindung durch die Atomentheorie und Aufdeckung der stöchiometrischen Gesetze	—
Historische Entwicklung des Begriffes „chemische Verbindung“	313
Th. Norton's, van Helmont's, Sylvius de la Boë's, Boyle's, Boerhave's Auffassung Stahl's Bestrebungen, hinsichtlich einer größeren Klarheit in der Vorstellung von einer chemischen Verbindung	314
Frühere und spätere symbolische Zeichen für chemische Verbindungen und die Grundstoffe oder Elemente. — Aufstellung chemischer Formeln nach Berzelius	—
III. Entwicklungs-Periode der Kenntniß der Salze, Basen und Säuren	317
Begriffe und Ansichten über die Salze in den verschiedenen Perioden. — Nach Dioscorides', Plinius', Raymond Lull's, Basilius Valentinus', Paracelsus', Boyle's, Becher's, Stahl's, Boerhave's, Bergman's, Lavoisier's Berichten und Ansichten	317
Begriffe und Ansichten über Säuren, ebenfalls der historischen Entwicklung gemäß	319
Begriffe und Ansichten über die Basen, resp. über die Alkalien in gleicher Weise	324
Weitere Entwicklung über die Vorstellung von der Constitution der Alkalien, Säuren und Salze	330
Rouelle's und Lavoisier's Ansichten über Mittel- und Neutralsalze	334
Bergman's Ansichten	335
Berzelius' Eintheilung der Salze in Amphidsalze und Haloidsalze	337
v. Vonsdorff's Ansichten über die Haloidsalze; Bezeichnung derselben als Chlormetalle etc.	337
II. Abschnitt.	
Geschichte der einzelnen Stoffe, deren Verbindungen und der damit verbundenen Operationen.	
I. Entwicklung der Kenntniß der chemischen Operationen	341
II. Vorzeitige und neuere allgemeine Begriffe von den Elementen; deren Bezeichnung und Eintheilung	345
Bezeichnung und etymologische Ableitung der Namen	347
Eintheilung in Ametalle und Metalle. — Ametalle (Drygenoide und Metalloide)	351
III. Historische Entwicklung der Kenntniß der einzelnen Elemente und deren Verbindungen.	
1. Die nichtmetallischen Elemente und deren Verbindungen	353
Sauerstoff	—
Ueber die Gase im Allgemeinen. Die ersten Kenntnisse über luftförmige Körper	—
Boyle's luftförmiger Stoff der Austerschalen. Erweiterung der Kenntnisse über die Gase,	355
durch Joh. Bernoulli und Hales	—
Bergman's Untersuchungen über die Kohlen Säure	356
Priestley's und Anderer Ansichten über die Constitution der Atmosphäre	357
Rutherford's Beweise für einen der Athmung schädlichen Bestandtheil der Atmosphäre	358
Scheele's aufklärende Erfahrungen über die Beschaffenheit der Luft	—
Priestley's und Scheele's Entdeckung des Sauerstoffgases	360
Lavoisier's Erfahrungen über die Gewichtszunahme verbrennender Körper	—
Dessen weitere Aufklärung über den Sauerstoff-Gehalt der Luft und Salpetersäure	363
Cavendish's Versuche mit dem Salpetergasendiometer	364

	Seite
Benutzung des Wasserstoffgas-Eudiometers	364
Stickstoff	365
Ansichten über die elementare Beschaffenheit des Stickstoffs	366
Erkenntniß des Stickstoffs als Bestandtheil des Ammoniake und der Salpetersäure- Verbindungen	367
Ueber den Salpeter	368
Ueber die Entstehung des Salpeters	369
Darstellung der Salpetersäure, von Geber's Zeit an	370
Bezeichnung derselben	371
Zusammensetzung der Salpetersäure	372
Salpetergas, Stickoxydgas, salpetrige Säure	373
Stickoxydulgas	374
Wasser; Wasserstoff	375
Wunderbare Ansichten über die Natur und vermeintliche Verwandlung des Wassers —	
Größere Klarheit über die Constitution des Wassers durch Cavendish, Lavoisier, Deimann, Baets van Troostwyl, Nicholson und Carlisle	377
Entdeckung des Wasserstoffs	—
Ueber die Resultate der Verbrennung des Wasserstoffs	378
Kohlenstoff und dessen Verbindungen	379
Beobachtungen über die Kohlensäure oder über die früher sogenannte fixe Luft	380
Lavoisier's Ermittlung der Zusammensetzung der Kohlensäure	382
Erkannte Eigenschaften der Kohle	—
Erkennung des Graphits als Kohlenstoff	—
Kohlenoxydgas (zuerst durch Laffone gesammelt)	—
Kohlenwasserstoff	—
Leichtes Kohlenwasserstoffgas oder Sumpfluft	384
Schwefel	—
Berichte Homer's, Plinius' und Geber's über den Gebrauch des Schwefels; Dar- stellung der Schwefelmilch (nach Geber)	385
Schwefelsäure	—
Schweflige Säure	386
Unterschwefligsaure Salze	387
Unterschwefelsäure	—
Ueber Schwefelleberluft oder hepatisches Gas	388
Erkennung desselben als eine sauerstofffreie Säure (hydrogène sulfuré)	389
Die an Schwefel reichere Verbindung des Wasserstoffs (soufre hydrogène)	—
Schwefelkohlenstoff	—
Ueber die Verbindungen des Schwefels mit Metallen	390
Uebereinstimmung zwischen Schweflungs- und Oxydationsstufen	392
Phosphor	—
Ueber verschiedene Phosphore oder Lichtträger	393
Darstellung des eigentlichen Phosphors aus dem Harn	—
Ansichten über die Constitution des Phosphors und der Phosphorsäure	394
Phosphorige Säure	395
Phosphorsäure aus Knochenasche	—
Phosphorwasserstoffgas	396
Verbindungen des Phosphors mit Metallen	397
Selen	—
Selenensäure	—

	Seite
Bor	397
Abstammung des Ausdrucks „Borax“	—
Borsäure	398
Entdeckung des allotropischen Zustandes des Bors	399
Stickstoffbor	—
Fluorbor	—
Kiesel oder Silicium	—
Kieselsäure oder Kieselerde	—
Die ersten Kenntnisse von derselben	—
Wasserglas	400
Zusammensetzung der Kieselsäure	—
Abcheidung des Kiesels als Pulver, durch Berzelius	—
Abcheidung des Kiesels als krystallinischer Körper, durch Wöhler und Deville	—
Die Halogene oder Salzbilder: Chlor, Brom, Jod, Fluor	—
Chlor	401
Salzsäure (Chlornasserstoffsäure), Eigenschaften derselben	—
Königswasser oder Salpeter-Salzsäure	402
Phlogistifirte Salzsäure	403
Entdeckung des Chlors	404
Aufklärung über die Constitution der Salzsäure	405
Verbindungen des Chlors mit Sauerstoff	406
Verbindungen des Chlors mit Schwefel	—
Verbindungen des Chlors mit Kohlenstoff	407
Jod	—
Jodwasserstoffsäure	—
Verbindungen des Jods mit Phosphor und Schwefel	408
Brom	—
Fluor	—
Flußspath	—
Flußpathsäure (Fluß- oder Fluornasserstoffsäure)	—
Fluorboron und Fluorkieselglas	409

2. Die metallischen Elemente und deren Verbindungen.

A. Leichte Metalle.

a) Alkalimetalle: Kalium, Natrium, Lithium etc.	410
Kalium und dessen Verbindungen.	
Entdeckung des Kaliums durch Davy. Die verschiedenen Chemiker, welche vorzugsweise um die Kenntniß des Kaliums und dessen Verbindungen früher sich verdient machten	410—411
Abstammung des Worts „Alkali“	—
Kali (Kaliumoxyd) und kohlensaures Kali	—
Die ersten Kenntnisse über die Potasche. Dioskorides', Plinius' und Geber's Berichte mit Citaten	—
Spätere Ansichten über Constitution, Darstellung etc. des kohlensauren Kali's	412
Zweifach-kohlensaures Kali	413
Kaliumhyperoxyd	—
Weitere Belehrung über die Reduction der Alkalien mit Hülfe des elektrischen Stroms, durch Davy	—

	Seite
Darstellung des Kaliums aus kohlensaurem Kali mittelst Kohle	414
Chlorkalium	415
Schwefelsaures Kali	—
Verbindung des Kaliums mit Schwefel (Schwefelleber)	416
Natrium	417
Abscheidung des Natriums auf galvanischem Wege (durch Davy)	—
Ueber neter, Nitrum, <i>nitron</i> , flos salis (nach Salomo, Dioskorides, Plinius, mit Citaten aus des Letzteren Historia naturalis)	—
Der Name „Nitrum“ für „Soda“ genommen	418
Entdeckung der aus Säuren und Alkali bestehenden salzartigen Verbindungen	—
Entdeckung des Alkali-Gehalts im Kochsalz	419
Darstellung der Soda durch Verpuffen des salpetersauren Natrons mit Kohle	420
Verschiedene Methoden der Soda-Gewinnung	421
Das Verfahren von Leblanc, durch Glühen des schwefelsauren Natrons mit kohlensaurem Kalk und Kohle, Soda zu erzielen	—
Schwefelsaures Natron	—
Salpetersaures Natron	—
Isolirung des Natriums aus kohlensaurem Natron durch Glühen mittelst Kohle	—
Darstellung dieses Metalls im Großen	—
Lithium	—
Entdeckung, Abscheidung dieses Metalls (aus seinen Verbindungen)	422
Isolirung auf galvanischem Wege aus dem Lithionhydrat (durch Davy) in größerer Menge aus dem Chlorlithium (durch Bunsen und Matthiessen)	—
Ammonium (NH ₄)	—
Ueber die Analogie des Ammoniumoxyds mit dem Natrium- und Kaliumoxyd	—
Isolirung des Ammoniaks als Amalgam	—
Die erste Wahrnehmung des kohlensauren Ammoniaks oder Ammoniumoxyds. (Berichte Geber's, Raymund Lull's, Isaac Hollandus', Basilius Valentinus', Tachenius', Boyle's, Kunkel's etc.)	423
Richtige Erkennung der Zusammensetzung des Ammoniaks	—
Constitution der Ammonialsalze	424
Schwefelsaures Ammoniak	—
Chlorammonium	—
Ermittelung der richtigen Zusammensetzung des Chlorammoniaks	425
Schwefelammonium	—
1. Metalle der alkalischen Erden: Barium, Strontium, Calcium	426
Barium	—
Abscheidung des Bariummetalls aus seinen Verbindungen	—
Entdeckung des Schwespath's	—
Darstellung des Schwefelbariums	427
Entdeckung des kohlensauren Baryts	—
Isolirung der Baryterde	—
Benutzung der Barytsalze als Reagentien	—
Specielle Thatsachen über Abscheidung des Bariums	428
Bariumhyperoxyd	429
Strontium	—
Auscheidung des Strontiummetalls aus dem Chlorstrontium	—
Entdeckung des kohlensauren Strontians	—

	Seite
Entdeckung des schwefelsauren Strontians	429
Aufzählung verschiedener um das Studium der Strontium-Verbindungen verdienter Chemiker	—
Calcium	—
Isolirung des Calciummetalls	—
Kenntnisse des Alterthums über den Kalk und das Kalkbrennen (nach Dioskorides', Plinius' und Theophrast's Berichten)	430
Reagentien für Erkennung des Kalks	—
Erkennung der Unterschiede zwischen Kalkerde und kohlensaurer Kalkerde	—
Calciumhyperoxyd	—
Unterschiede zwischen Kalkspath und Arragonit	431
Salpetersaure Kalkerde	—
Gyps oder schwefelsaurer Kalk	—
Schwefelcalcium	432
Chlorcalcium	—
c) Metalle der eigentlichen Erden und deren Verbindungen: Magnesium, Aluminium etc.	433
Magnesium	—
Isolirung des Magnesiummetalls	—
Entdeckung der Bittererde, Magnesia oder Talkerde	—
Epsomer Salz (schwefelsaure Talkerde)	—
Magnesia alba, deren richtige Erkennung	—
Bestätigung der Eigenthümlichkeit der Talkerde	434
Magnesia als Dryd erkannt	—
Das Metall der Magnesia als Magnium bezeichnet	—
Phosphorsaure Talkerde, Chlormagnesium, Doppelsalze der Talkerde	—
Aluminium	—
Isolirung des Aluminiummetalls	—
Entdeckung der Alaunerde	—
Alaun (<i>συντηγία</i> der Griechen, alumen der Römer)	—
Alaun, eine im Alterthum schon bekannte Substanz (Belege dafür von Dioskorides und Plinius)	435
Anwendung des Alauns im Alterthum	—
Berichte des Michael Ducas über eine Alaunsiederei	—
Ueber Alaunwerke des 12. resp. 15. Jahrhunderts	436
Ältere Ansichten über die Constitution des Alauns	—
Erkennung der Alaunerde als eine eigenthümliche Erde	437
Darstellung des Pyrophors, abgeleitet von dem Alaun	438
Ultramarin	439
Beryllium	—
Beryllerde	—
Andere Verbindungen des Berylliums	440
Zirkonium	—
Zirkonerde	—
Literatur über dieselbe	—
Norium	441
Literatur über dieselbe	—
Thorium	—

	Seite
Thorerde	441
Literatur über dieselbe	—
Cer, Lanthan, Didym	—
Literatur über diese Elemente	442
Ueber die Dryde des Cer's, Lanthan's und Didym's	443
Yttrium, Erbium, Terbium	444
Literatur	—
Yttererde, Erbinerde und Terbinerde	—

B. Schwere Metalle und deren Verbindungen.

a) Die unedlen Metalle.

Mangan	445
Literatur	—
Ableitung des Namens Mangan. Belege aus Plinii historia naturalis	446
Citate aus diesem Opus	447
Spätere Ansichten über das Mangan oder Braunsfeinmetall	448
Dryde des Mangans	—
Eigenschaften des Braunsfeins bezüglich der Entfärbung des Glases	—
Eisen	450
Die Kenntniß vom Eisen im Alterthum und in den späteren Perioden	452
Verbindungen des Eisens	454
Nickel	455
Argentum oder Pechblende	456
Kobalt	—
Einwirkung der Kobalterze auf Glas	457
Zaffer	—
Sympathetische Tinte	458
Literatur	—
Uran	—
Literatur	459
Kupfer	—
Kenntniß der Alten vom Kupfer	—
Kenntniß vom Kupfer in späteren Perioden	460
Kupferverbindungen	462
Zink	464
Messing	465
Verwendung des Galmei's	—
Zinkblende	468
Cadmium	—
Blei	—
Vermuthliche Verwechselung des Bleis mit dem Zinn und dem Molybdän	469
<i>Μόλυβδος κεκαυμένος, μολύβδαινα</i> , galena; <i>σκληρά ἀργύρου, λιθαργύρος</i> u.	—
Bleiglätte, Mennige, Cerussa (Bleiweiß; kohlenfaures Bleioxyd-Hydrat)	470
Casseler Gelb	—
Bismuth	471
Bismuthoxyd	—
Chlorbismuth	—
Literatur	—

b. Die edlen Metalle.

Quecksilber	472
Kenntnisse in der ersten, zweiten und dritten Periode	—
Quecksilberoxyd	474
Zinnober	474
Schwefelsaures Quecksilberoxyd	476
Quecksilberchlorür	477
Weißer Präcipitat	478
Amalgama	—
Silber	479
Die ersten Kenntnisse vom Silber	—
Salpetersaures Silberoxyd	480
Schwefelsaures Silberoxyd	—
Chlorsilber	—
Silberoxyd-Ammoniak	481
Gold	—
Berichte über das Gold aus dem Alterthum. — Ueber die Eigenschaften des Goldes (Plinius)	—
Ueber die Scheidung des Goldes	482
Vergoldung	—
Ueber den Werth des Goldes im Alterthum	—
Chlorgold-Salmiak	—
Darstellung des Anallgoldes	483
Eisenvitriol als Fällungsmittel	—
Goldpurpur. — Rubinglas	484
Platin	484
Die erste Entdeckung dieses edlen Metalls	—
Platinchlorid-Chlorkalium	485
Platinchlorid-Chlorammonium (Platinsalmiak)	—
Palladium	486
Entdeckung	—
Rhodium	487
Entdeckung	—
Iridium	—
Entdeckung	—
Osmium	—
Entdeckung	—
Ruthenium	488
Entdeckung	—

c. Die elektronegativen Metalle.

Zinn	489
Kenntnisse und Ansichten im Alterthum über dieses Metall. (Hebräer, Römer; — Berichte durch Plinius)	—
Geber's oder Dschafar's Berichte über Verzinnen	—
Oxydationsstufen des Zinns	490
Schwefelzinn	—
Chlorzinn	491
Salpetersaures Zinn	—
Antimon	—

	Seite
Berichte des Dioskorides, Plinius und Geber über diesen Gegenstand	491
Mineralkermes	492
Goldschwefel	493
Antimonige Säure	494
Antimonsäure	494
Chlorantimon	495
Arsenit, Arsen, <i>ἀρσενικόν</i> oder <i>ἀρσενικόν</i> . Gelber und rother Schwefelarsenit (Gelbes und rothes Schwefelarsen). Berichte des Aristoteles, Theophrastos, Dios- korides, Plinius, Geber, Avicenna etc.	—
Sandaracha (<i>σανδαράχη</i>)	—
Auripigment	—
Weißer Arsenit (arsenige Säure)	—
Arsenit-Bergiftung	—
Arseniksäure	497
Chlorarsen	—
Arsenwasserstoffgas	498
Cadet's Flüssigkeit	—
Kaloduhl	—
Literatur	—
Tellur	499
Entdeckung dieses Elements. — Nähere Untersuchungen unter Berücksichtigung der Literatur	—
Tellursäure	—
Tellurige Säure	—
Tellurwasserstoff	500
Titan	—
Entdeckung	—
Vorkommen	—
Titansäure	—
Literatur	501
Cyan-Stickstofftitan	—
Tantal (Columbium)	—
Entdeckung	—
Tantalsäure	502
Verbindungen des Tantals mit anderen Elementen	—
Literatur	—
Niob oder Niobium	—
Niobsäure	—
Darstellung des Niobiums aus dem Chlorniobium	503
Pelop oder Pelopium	—
Pelopsäure	—
Wolfram (Scheel, Wolframium)	—
Entdeckung	—
Nähere Kenntnisse unter Berücksichtigung der Literatur	—
Scheel- oder Wolframsäure	504
Molybdän	—
Berichte des Dioskorides und Plinius	—
Molybdänglanz	—
Selbsteierz oder molybdänsaures Bleiorz	—

	Seite
Literatur	505
Vanadin (Vanadium, Vanad)	—
Entdeckung	—
Vanadsäure	—
Chrom	506
Entdeckung	—
Chromsäure	—
Literatur	507

Anhang.

Blide in die erste Entwicklung der organischen Chemie.

Kurzer Grundriß der Geschichte der organisch-chemischen Verbindungen	511
A. Die ersten Kenntnisse in der organischen Chemie im Allgemeinen	—
Entwicklung der Kenntnisse über die organisch-chemischen Verbindungen	512—513
Vorarbeiten zu einer wissenschaftlichen Chemie durch die pharmaceutische Chemie	513
Allgemeiner Einfluß der phlogistischen Theorie	—
Allgemeiner Einfluß der antiphlogistischen Theorie	—
Ueber die Kenntnisse zu Ripley's, Libavius', Lémery's Zeit	514
Unterschied zwischen organischen und anorganischen Verbindungen. (Boerhave, Macquer, Lavoisier)	516
Ueber die Bestandtheile der organischen Verbindungen	516
(Lavoisier, Dulong, Döbereiner, Gay-Lussac, Wöhler)	516—517
Vergleiche der in der zweiten und dritten Periode herrschenden Ansichten	517—518
Bervollkommenung der Kenntnisse über die organischen Verbindungen durch Lavoisier (mit Hülfe der organischen Elementar-Analyse)	520—521
Desgleichen durch Berthollet, Gay-Lussac, Thénard, Berzelius etc.	222—524
Reform der chemischen Nomenclatur durch Guyton de Morveau, Lavoisier, Fourcroy, Berthollet	525
Radicalen der organischen Säuren (nach Lavoisier; Beispiele aus dessen <i>Traité élémentaire de Chimie</i>)	526
Ansichten Berthollet's, Gay-Lussac's, Thénard's, Döbereiner's, Ampère's über die Zusammensetzung organischer Verbindungen	—
Anwendung der elektrochemischen Theorie auf organische Verbindungen durch Berzelius	527
Untersuchungen Wöhler's und Liebig's	528
Radicalen-Theorie	529
Begründung derselben durch Berzelius, Liebig und Wöhler	—
Paarlings-Theorie (durch Berzelius)	530
Substitutions- oder Ersetzungstheorie. Metalepsie (μετάληψις) nach Dumas	—
Kerntheorie (Laurent)	531
Homologie (Lehre von den homologen Reihen, nach Laurent und Gerhardt)	—
Gerhardt's Typen und Reihen	—
Gerhardt's Musterformeln	532

	Seite
B. Verschiedene länger bekannte organische Verbindungen	533
a. Die indifferenten Kohlenhydrate: Zucker und Stärkemehl	—
Rohrzucker, Milhzucker, Traubenzucker	534
Schleimzucker	535
Stärkemehl	—
b) Fette und Oele	537
α) Fette	—
Berichte von Seiten Herodot's, Hippokrates', Dioskorides', Plinius' über den Alten	
bekannte Oele, über Butter, Verseifung mit Bleioryd (resp. Bleipflaster)	—
Ansichten über die Seifenbildung	538
Ueber Bestandtheile der fetten Oele	—
Unterscheidungsmerkmale der verschiedenen Fettarten im Anfang des 19. Jahrhunderts	538
Chevreul's Untersuchungen und Entdeckungen bezüglich der Fette	539
Stearin, Elain, Cetin, Margarinsäure, Stearinsäure, Delsphinsäure u.	—
Chevreul's Recherches chimiques sur les corps gras d'origine animale	—
Margarinsäure, zusammengesetzt aus Palmitinsäure und Stearinsäure (Heintz)	540
Einwirkungen der Salpetersäure und salpetrigen Säure auf fette Oele	—
Elaidin	—
β) Flüchtige Oele	—
Kenntnisse der ätherischen oder flüchtigen Oele in den ersten Perioden	—
(Terpentinöl, Rosmarinöl, Majoranöl, Dippel's Del)	541
Stearopten	—
Einwirkung der Salpetersäure auf ätherische Oele	542
c) Farbstoffe	—
Kenntnisse der Alten	—
Macquer's Unterschiede zwischen den Farbstoffen	543
Substantive und adjective Pigmente (Bancroft)	—
Indigo oder Indicum	—
Aussagen des Dioskorides über den Indigo, Citate aus Plinii Historia naturalis	
über Indicum	—
Waid	544
Welter's Bitter oder	
Berzelius' Pikrinsalpetersäure oder	
Dumas' Pikrinsäure oder	
Liebig's Kohlenstoffsäure	—
d) Weingeist und verschiedene Aetherarten	545
Kenntnisse der weingeisthaltigen und alkoholischen Getränke im Alterthum und	
Mittelalter	—
Aqua vitae, aqua ardens (Branntwein)	547
Alkohol	—
Eigenschaften des Weingeists	—
Kenntnisse der Eigenschaften des Weingeists im Mittelalter	548
Wein (Osiris, Bacchus)	549
Gährung (Plinius). Die Ausdrücke: „Fermentatio“ und „Fermentum“ bei den	
Alchemisten	—
Fermentation (Basilus Valentinus, Libavius)	550
Ueber Gährung (van Helmont, Lémery)	—
Ueber Gährung (Becher)	551

	Seite
Gährung und Fäulniß (Stahl's Ansichten; Zymotechnia fundamentalis) . . .	551
Weitere Aufklärung über die geistige Gährung durch Boerhave, Wiegleb, Cavendish, Lavoisier, Gay-Lussac und Döbereiner	552
Liebig's Gährungs-Theorie, als der neuesten Zeit angehörig	553
Aether (Aethyloxyd)	—
Kenntnisse über die Bereitung im 16. (Valerius Cordes) und zu Anfang des 18. Jahrhunderts (Frobenius)	553
Frühere Bezeichnung des Aether's	554
Ansichten über die Bildung und Constitution des Aether's	555
Salpeteräther	557
Essigäther (essigsaures Aethyloxyd)	558
Ameisenäther (ameisensaures Aethyloxyd)	—
Oxaläther (oxalsaures Aethyloxyd)	559
Weinöl	—
Aetherschwefelsäure	—
Aldehyd	560
Holzgeist	561
e) Organische Säuren	562
Kenntnisse in den ersten Perioden	562
Kenntnisse über Essig, die Essigsäure und deren Salze	564
Weinsteinsäure	566
Weinsteinsäure Salze	—
Traubensäure	568
Oxalsäure	—
Zuckersäure	569
Schleimsäure	—
Kampfersäure	569
Korksäure	—
Bernsteinsäure	570
Ameisensäure	—
Milchsäure	—
Citronensäure	571
Äpfelsäure	—
Gallussäure	—
Honigsteinsäure	572
Blausäure (Cyanwasserstoffsäure) Verbindungen	572
Cyan	574
Cyan-Verbindungen	—
f) Alkaloide oder organische Basen	578
Morphium, Chinin, Cinchonin etc.	579
Erwähnung der Constitution	580
Berzelius' und Liebig's Theorie: Ammon-, Amid-, Imid- und Nitrilbasen	—
g) Proteinstoffe (Blutbilder oder eiweißartige Stoffe)	581
Citate aus Plinii Historia naturalis über Blut, Milch und Käse	—
Bafo von Bernham und Boyle über den Einfluß der Wärme, Säuren, Alkalien auf Eiweiß, Blut, Milch etc.	—
Literatur über die sich entwickelnden Kenntnisse von den eiweißartigen Stoffen: dem Albumin, Fibrin, Casein (resp. auch Legumin)	582
Mulder, über die Identität der animalischen und pflanzlichen eiweißartigen Stoffe	—

	Seite
Mulder's Protein	582
Widerlegung der Existenz des Proteins durch Liebig, Laslowski, Fleitmann u. . .	583
Constitution der Proteinstoffe (nach Mulder)	—
Bezeichnung derselben als Blutbilder und plastische Stoffe (von <i>πλάσμα</i> abgeleitet)	—
Zusammensetzung derselben, durch chemische Formeln ausgedrückt	584
Darstellung des Albumins, Legumins, Caseins der Milch, des Pflanzens fibrins, Klebers u. (nach Braconnot, Berzelius, Cahours, Dumas, Liebig u.)	—
h) Cyanverbindungen (S. 574)	—

Ergänzungen und Verbesserungen.

Seite 24 Zeile 1 von oben	lies Morienus statt Morinus.
„ 206 „ 16 „ „	„ Elliehausen statt Wiesen.
„ 212 „ 17 „ unten	ergänze bei „Bolley“ das Geburtsjahr „1812“.
„ 218 „ 7 „ „	„ desgleichen bei „Fuchs“: 1774 — gestorben den 5. März 1856 zu München.
„ 225 „ 9 „ oben	lies 1842 statt 1812.
„ 227 „ 3 „ unten	ergänze bei „Braconnot“ das Geburtsjahr „1781“.
„ 234 „ 11 „ „	„ desgleichen bei „Thomson“ das Geburtsjahr „1773“.
Zusatz zu S. 389 Z. 2 von oben: — Der Name „Schwefelwasserstoff“ ist durch Scherer und Gilbert (1798); die Bezeichnung: „Hydrothionsäure“ (1801) durch Trommsdorf eingeführt worden.	
Seite 378 Zeile 3 von unten	lies nur statt ein.
„ 498 „ 13 „ oben	lies Kalobyl statt Kalabyl.

Erster Theil.

Allgemeine Geschichte der Chemie

oder

historische Entwicklung der chemischen Wissenschaft in den verschiedenen
Perioden, mit Rücksicht auf die hervorragendsten Chemiker und
deren Leistungen.

THE

ALPHABETICALLY ARRANGED

AND

INDEXED LIST OF THE NAMES OF THE
OFFICERS AND MEMBERS OF THE
ARMY AND NAVY OF THE UNITED STATES

1880

Einleitung.

Bei dem raslos fortschreitenden Studium der chemischen Thätigkeit, welche im Innern der Natur fortwährend rege ist, bei der Anhäufung neu erkannter chemischer Thatfachen, ist es nicht allein von großem Interesse, sondern auch von bedeutungsvoller Wichtigkeit, die Entwicklung einer Wissenschaft zu verfolgen, welche seit den ältesten Zeiten, wenn auch in der verschiedensten Gestalt und Richtung, die Bestrebungen des menschlichen Geistes, nach Erkenntniß der inneren Natur der Körper, angefaßt hat, hauptsächlich aber im Laufe des gegenwärtigen Jahrhunderts und ganz besonders während der letzteren Decennien, den Mann der Wissenschaft zur Vergleichung der Vergangenheit mit der Gegenwart in Anspruch nimmt.

Sicher wird einen jeden Jünger der Wissenschaft die verfolgte Entwicklung derselben auf eine höhere Stufe seiner Strebbarkeit bringen, indem ihm dadurch eine gehörige Würdigung des Fortschrittes zu Theil wird. — Ägypter, Israeliten, Römer, überhaupt die Völker des Alterthums haben, schon vor Jahrhunderten, eine Ahnung der in die Technik und Industrie, sowie in das häusliche Leben eingreifenden Chemie verkündet; aber es läßt sich ja die Entwicklung eines Keimes nicht mit Gewalt riesenschnell hervorrufen! — Vergleichen wir den heutigen Standpunkt mancher Wissenschaften, und namentlich den der Chemie, mit der vor Jahrhunderten oder Jahrtausenden zuerst erreichten Stufe, so wird uns nicht Wunder nehmen, daß man nicht schon früher die innere Thätigkeit durch eine genaue Prüfung, so weit eine solche den menschlichen Kräften vergönnt ist, zu erforschen suchte. Bedarf nicht ein jedes Wesen eines gewissen Zeitraumes, um seine vollkommene Entwicklung zu erreichen, muß nicht der Mensch viele Tage durchleben, bis er dahin gelangt, um mit reifem Urtheile die sich darbietenden Ereignisse und Erscheinungen, nach genauer Wahrnehmung, beleuchten zu können? — „Festina lente“, sagt der Lateiner, um das griechische Sprüchwort: „σπεῦδε βραδέως“ auszudrücken,

wofür wir nach unserer deutschen Mundart: „eile mit Weile“ gebrauchen! — Mit Geduld müssen wir allen Bestrebungen, einer jeden Entwicklung, bis zur höchsten und vollkommensten irdischen Stufe, die entsprechende Zeit gestatten. Sowie die Natur, unter der weisen Anordnung und dem hohen Schutze eines allmächtigen Lenkers und Regenten aller Welten, langsam arbeitet, so kann auch die wahre Erkenntniß der Wunderwerke des Herrn nur allmählig von Statten gehen, wenn wirklich eine Sicherheit den Beobachtungen, sowie den daraus gezogenen Combinationen zu Grunde liegen soll.

Die Philosophie oder die sogenannte Lebensweisheit, die Philosophie der verschiedenen großen Philosophen, welche in der Vorzeit lebten, umfaßt lediglich die Combination gezogener weiser Schlüsse aus den Beobachtungen der auf dem Erdrunde sich ereignenden Thatfachen. Das menschliche Thun und Treiben, sei es in politischer, sei es in wissenschaftlicher Hinsicht, ist seit einer großen Reihe von Jahren beobachtet worden, und die erzielten Resultate fallen der Universal-Geschichte anheim. Wenn wir aber berücksichtigen, was eine Universal-Cultur-Geschichte sagen will, was dieser umfassende Titel in der Jetztzeit bedeutet, so ist es offenbar eine Ueberschätzung, nur dem Gedanken Raum zu geben, daß es möglich sein könne, eine solche vollständige, specielle Universal-Geschichte liefern zu wollen. Glücklicher Weise ist man ja auch dahin gelangt, die Wissenschaft von der Wissenschaft und die Geschichte der einzelnen Wissenschaften von der allgemeinen sogenannten Welt- und Cultur-Geschichte zu trennen, und so wird denn auch bei den gewaltigen Fortschritten der Chemie eine Geschichte dieser Wissenschaft, mit jedem Tage mehr, ein unentbehrliches Bedürfniß! —

Die Chemie hat seit den Zeiten des Alterthums einen solchen Reichthum von Thatfachen aufzuweisen, daß schon ein schwierig zu übersehendes Material angewachsen ist, und daß das Feld dieser so interessanten Wissenschaft, welche uns die innere Thätigkeit des Organismus und Anorganismus kennen lehrt, der Geschichte eine sehr ergiebige Ernte liefert. Es hat daher für Jeden, der mit der Chemie sich beschäftigt, die Verfolgung vom 19. Jahrhundert bis in das graue Alterthum zurück, eine große Bedeutung. — Tauchten bei den Egyptern, von denen der erste Same gestreut wurde, auch nur dunkle Ahnungen von der heute so großartigen, umfangreichen Wissenschaft auf, so ist doch, sämmtlichen Berichten zufolge, nicht in Abrede zu stellen, daß der Name „Chemie“ schon aus jener alten Zeit her stammt, wo das genannte ehrenwerthe Volk mit der Untersuchung der Ackerkrume des heimathlichen Bodens, welche, wegen ihres schwarzen Ansehens, das schwarze Land genannt wurde, sich beschäftigte.

Wie nun so häufig im Leben der Name des Dinges oder die Art der Beschäftigung, die Bezeichnung des Gegenstandes der Forschung auf die erzielten Resultate übertragen wird, so verliehen auch die Egypter der Kunst, die schwarze Ackerkrume zu untersuchen, die koptische Benennung für „das schwarze Land“, indem sie dieselbe, nach Plutarch, mit dem Ausdrücke: „Chemi“ (Chemia), das schwarze Land oder Erdreich — von dem koptischen Worte „cham“ schwarz,

hergenommen* — also als die Wissenschaft von dem schwarzen Lande bezeichneten.

Nach verschiedenen Lesarten soll zwar das Wort „Chemie“ aus dem Griechischen herkommen, jedoch ist hinreichend erwiesen worden, daß die Worte: „*χημία, χημεία*“ weit jüngeren Ursprungs sind, als die Worte: „*cham, chemi*“; auch die Bezeichnung „*alchemie*“ ist ohne Zweifel als von diesen Ausdrücken herkommend anzunehmen, indem dieselbe als aus dem arabischen Artikel „*al*“ und dem Worte „*Chemi*“ (oder *Chemie*) zusammengesetzt betrachtet werden darf. Andere Ableitungen für das Wort „*Chemie*“ sind die griechischen Ausdrücke: *χέω, χεῖω*, ich schmelze, gieße; ferner *χυμός*, Saft; aber man vermag mit Sicherheit zu behaupten, daß solche Abstammungen gesuchten, neueren, aus dem Mittelalter herkommenden Ursprungs sind, daß sogar der Ausdruck: „*χυμός*“ noch später als Primitiv-Wort für den Namen der hier in Rede stehenden Wissenschaft aufgesucht oder erfunden worden ist, weil in dem medicinischen Zeitalter die chemische Wissenschaft zuerst ihre lebhafteste Entwicklung fand, die Aerzte des Mittelalters vielfach mit der Bereitung von Kräuter- oder Pflanzen-Säften sich beschäftigten, und diese Kenntniß oder Kunst der Chemie einverleibten. In gleicher Weise mag die Vermuthung für die Abstammung des Wortes „*Chemie*“ von dem Ausdruck „*χέω*“ ausgesprochen sein, da ja bekanntlich unter den chemischen Operationen, besonders denen der anorganischen Chemie, mancherlei Schmelzungen vorkommen, aber auch die Israeliten schon verschiedene Metalle, wie Gold, Silber, Kupfer, Zinn, Blei und Eisen kannten, überhaupt mit metallurgischen Processen vertraut waren, und in der Periode der Alchemie die Aufgabe gestellt wurde, mit Hülfe chemischer Processse, unedle Metalle in edle zu verwandeln.

Liegt auch eine solche Annahme nahe und darf dieselbe auch in gewisser Beziehung gerechtfertigt werden, so sprechen dennoch die historischen Berichte dafür, daß der Keim der chemischen Wissenschaft bei den Egyptern Wurzel gefaßt habe, daß der Name von der erwähnten Bezeichnung jenes Volkes herrühre, um so mehr, da ja die Worte *χημία* und *χημεία* bei griechischen Schriftstellern, z. B. bei Zosimos (400 J. n. Chr. Geb.), sich finden, also wenigstens dem alchemistischen und medicinischen Zeitalter vorausgehen. — Ja sogar noch früher (350 J. nach Chr. Geb.), hat z. B. der römische Schriftsteller Firmicus in seinen Schriften schon von einer *scientia chemiae* gesprochen.

In den ältesten Zeiten war die Chemie eine sehr unvollkommene, von der Mehrzahl kaum berücksichtigte Kunst; im Mittelalter, wo nur in Asien der Wissenschaft Zeit und Ruhe vergönnt wurde, während in Europa fortwährend kriegerische Unruhen herrschten, vermochten die Araber ein eigenthümliches Streben zu verfolgen, welches darauf hinausging, die edle Kunst, Gold zu machen, zu erreichen, oder vielmehr, unedle Metalle in edle, Gold und Silber zu verwandeln, und diese Kunst wurde, obgleich bekanntlich sie das vorgestekte Ziel nicht erreichte, mit dem Namen „*Alchemie*“ bezeichnet. Erst in der Mitte des siebenzehnten Jahrhunderts ist die Chemie zum Bewußtsein ihres Zweckes gekommen und in dieser Zeit be-

ginnt eine ganz neue Aera, so daß der zwischen jener und der jetzigen Periode liegende Zeitraum als der der neueren Geschichte der Chemie bezeichnet werden könnte. Die Chemie der älteren Zeit, welche mit der heutigen Wissenschaft oder der Lehre von der Wechselwirkung ungleichartiger Körper auf einander, so viel wir wissen, nichts gemein hat, erfordert, hinsichtlich ihrer Geschichte, keine weitere Abtheilung, da sich der ganze Standpunkt der chemischen Kenntnisse, innerhalb der ganzen Dauer derselben, nicht wesentlich geändert hat. Die verschiedenen Perioden oder Zeitalter lassen sich daher in folgender Weise beleuchten und begrenzen.

Die erste Periode umfaßt die Kenntniß der Alten bis zu dem vierten Jahrhundert nach Christi Geburt; sie lehrt uns die chemischen Kenntnisse der Ägypter, Phönicier, Israeliten, Griechen und Römer kennen. Wollen wir aber diese Periode mit der Jetztzeit in Einklang bringen, so müssen wir uns gestehen, daß, während gegenwärtig von einer wirklichen Wissenschaft die Rede sein kann, die chemischen Kenntnisse der Alten nur auf eine Kunst sich beziehen oder beschränken.

Fast alle anderen Wissenschaften zeigen uns, bei historischer Verfolgung, ihre Eigenthümlichkeiten, aber wohl nicht bei einer einzigen möchten sie so auftreten, wie bei der Chemie, da sie zu verschiedenen Zeiten ganz abweichende Zwecke verfolgte, wogegen andere Wissenschaften meistens in den auf einander folgenden Epochen nur dadurch von einander sich unterscheiden, daß sie bei einer und derselben gestellten Aufgabe verschiedene Namen führten. Wir dürfen daher bei der ganzen Schilderung nur den Standpunkt der Neuzeit im Auge haben, wenn auch derselbe vor Jahrtausenden noch nicht geahnt wurde. — Das graue Alterthum bringt uns nicht das Geringste von dem, was jetzt die Wissenschaft liefert! — Wenn auch zur Zeit der Blüthe der Griechen und Römer, wo nur die sogenannten rein geistigen Wissenschaften ihren Höhepunkt erreichten, einige Aufmerksamkeit auf die Naturkörper gerichtet wurde, so haben doch die durch einen Dioskorides und Plinius überlieferten Kenntnisse von den Naturkörpern, für die heutige Wissenschaft, einen sehr untergeordneten historischen Werth! — Dennoch ist der aus jener Zeit herstammenden Beobachtungen zu gedenken und es sollen dieselben in einem besonderen Abschnitt berichtet werden.

Die Mitte des vierten Jahrhunderts n. Chr. Geb. läßt schon mehr eine Annäherung an die Jetztzeit durchblicken, wenn auch an eine, selbst entfernte Uebereinstimmung mit der gegenwärtigen Wissenschaft nicht gedacht werden kann. — Zu jener Zeit begann man nämlich mit der Veredlung der Metalle sich zu beschäftigen; man stellte sogar schon Theorien über die Metalle oder deren vermeintliche Zusammensetzung auf, und namentlich waren es die Araber, welche sich besonders bemühten, auf künstlichem Wege Gold darzustellen. Diese Periode der Alchemie dehnte sich bis zum ersten Viertel des sechzehnten Jahrhunderts aus, wo man begann, die Erklärung der Krankheiten als Gegenstand der Chemie zu wählen und demnach die Periode der medicinischen Chemie ihren Anfang genommen

hat, so daß die Zeit der chemischen Bestrebungen von der Mitte des vierten Jahrhunderts bis zu der des siebzehnten Jahrhunderts, sich in zwei Abtheilungen oder Unterperioden eintheilen läßt. In der ersten Unterperiode dieses großen aber nicht bedeutungsvollen Zeitalters ragten ein Geber, Avicenna, Albertus Magnus, Roger Baco, ein Basilus Valentinus hervor; in der zweiten Unterperiode zeichneten sich durch ihre Bemühungen, in Betreff der Erklärung der Krankheiten, unter Anderen, namentlich Paracelsus, Agricola, Glauber, Tachenius u. aus.

Die Mitte des siebzehnten Jahrhunderts bis zu dem letzten Viertel des achtzehnten, bietet schon der Gegenwart annähernde Erklärungen des Chemismus in der Natur. Man suchte in dieser Periode, wo besonders Boyle, Runkel, Stahl, Boerhave, Neumann, Marggraf, Geoffroy, Cavendish, Priestley, Bergmann, Scheele, dem Streben eine ganz andere Richtung gaben, die von Feuererscheinungen begleiteten Proceße in so fern zu erklären, daß ein sogenannter Feuergeist (ein Phlogiston) entweiche, und daher kann diese Periode, wenigstens die erste Zeit derselben, als die der Phlogiston-Theorie oder als die phlogistische bezeichnet werden. In dem letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts jedoch tauchten lautere und mehr gesichtete Ideen über die chemischen Verhältnisse der Naturkörper auf; man erkannte die Mannichfaltigkeit der Zusammensetzung und begann ein besonderes Gewicht auf die Mengen-Verhältnisse, in denen die Elemente mit einander verbunden sind, zu legen; man überzeugte sich, daß die phlogistische Theorie in den Hintergrund treten müsse, daß bei chemischen Verbindungen nicht etwa ein Feuergeist entweiche, daß nicht etwa ein Antheil verloren gehe, sondern, daß bei der unter Feuererscheinung erfolgenden Vereinigung der Elemente, z. B. beim Verbrennungsproceß, eine Gewichtszunahme erfolgt. — Lavoisier war der Erste, welcher, mit der Wage in der Hand, diese Thatsache bewahrheitete. Seinen bedeutungsvollen und einflußreichen Entdeckungen folgten mit Riesenschritten die anderer Chemiker, deren nach und nach immer mehr auftauchten und ihre eifrige Forschung dem Studium der quantitativen Chemie zuwendeten, so daß in der That von jener Zeit an eine ganz neue Epoche der Chemie emporkeimte, welche die glänzenden Resultate der Gegenwart nach sich zog.

Eine große Anzahl Chemiker des laufenden Jahrhunderts, von denen Manche noch leben, Andere zu den Vätern gegangen sind, haben der ganzen Wissenschaft und ihren Theorien einen festeren Zusammenhang, bestimmteren Anhalts- und Ausgangspunkt verliehen, oder es ist die Chemie vielmehr, durch Begründung haltbarer Theorien, gestützt auf Thatsachen, zu einer Wissenschaft geworden. — Wohl Alle, die mit dem Studium der Chemie eifrig sich beschäftigten, werden einen Guyton de Morveau, Berthollet, Klaproth, Vanquelin, Dalton, Gay-Lussac, Davy, Thénard, Berzelius, Faraday, Mitscherlich, Dumas, Liebig, Wöhler, Bunsen, Hofmann, Graham, Gerhardt, Lehmann, Döbereiner, Rose, Deville und andere verdienstvolle Chemiker zu würdigen wissen.

Blicken wir zurück auf die Jahrtausende, von denen die Geschichte spricht, berücksichtigen wir die angedeuteten Bestrebungen, in den verschiedenen Perioden, so würde, wenn viele Unterabtheilungen vermieden werden sollen, die Geschichte der Chemie man in folgende Perioden zerpalten können:

I. Periode oder die der chemischen Kenntnisse der ältesten Völker, von den frühesten Zeiten bis zu dem 4. Jahrhundert nach Christi Geburt.

II. Periode, welche die Zeit vom 4. Jahrhundert bis zu der Mitte des 17. Jahrhunderts umfaßt und die alchemistischen Bestrebungen, sowie diejenigen in der medicinischen Chemie uns kennen lehrt, so daß in Folge der Verschiedenheit der Richtungen diese Periode, zweckmäßiger Weise, der Uebersicht, des Zusammenhanges wegen, in zwei Unterabtheilungen oder Unterperioden einzutheilen ist, und zwar A) in die der Alchemie und B) die der medicinischen Chemie, welche letztere im ersten Viertel des 16. Jahrhunderts ihren Anfang nimmt.

III. Periode. Diese Hauptperiode oder die der phlogistischen Theorie erstreckt sich über die Zeit von der Mitte des 17. Jahrhunderts bis zum letzten Viertel des 18. Jahrhunderts.

IV. Periode oder die der quantitativen chemischen Analyse, (das quantitative Zeitalter).

Eine hiermit übereinstimmende Eintheilung, welche auch der der allgemeinen Weltgeschichte entspricht, ist die in ältere, mittlere und neuere Geschichte der Chemie, so daß in dem vorliegenden Werke die gegebene Eintheilung gewählt werden wird, indem die aufgeführten Perioden sehr passend sich einreihen lassen, d. h. die erstere oder ältere Geschichte fällt mit der obigen ersten Hauptperiode zusammen, die mittlere Geschichte umfaßt die zweite Hauptperiode, während endlich die neuere Geschichte die dritte und vierte Hauptperiode in sich schließt.

Bevor jedoch die einzelnen Epochen verfolgt werden, würde es zunächst die Aufgabe sein, den eigentlichen Charakter der verschiedenen Perioden zu beleuchten; denn jede Wissenschaft hat ihre verschiedenen Entwicklungsperioden und bei der Chemie tritt, wie erwähnt, in den verschiedenen Zeitaltern, ein so abweichender Charakter auf, daß um so mehr eine Charakteristik voranzuschicken als erforderlich erscheinen müßte. Da indessen die Charakterzüge der einzelnen Perioden schon in der gegebenen Bezeichnung liegen und in dem Vorliegenden hervorgehoben werden sollen, so haben wir zunächst nur nach dem Nutzen und dem Interesse, welche das Studium der Geschichte der Chemie gewährt, zu fragen und dürfen wir uns gestehen, daß beide nicht untergeordnet sind. Verfolgt auch die Neuzeit eine ganz andere Richtung, weicht auch der Charakter der neueren Chemie von dem der früheren Perioden ab, so müssen wir doch stets zu würdigen wissen, was die älteren Zeiten geliefert haben, dürfen wir niemals außer Acht lassen, daß auch unsere Vorfahren

eine Chemie getrieben haben, wenn auch die Tendenzen des älteren und mittleren Zeitalters gänzlich von einander abweichende waren.

Es ist leicht einleuchtend, daß die Geschichte der Chemie, hinsichtlich des Werthes und der Schätzung, sichten hilft, daß sie uns das richtige Verhältniß zu anderen Wissenschaften kennen lehrt, daß sie das Verdienst der wissenschaftlichen Leistungen besser zu beurtheilen uns mehr befähigt, und daß sie einer Förderung der Wissenschaft behülflich ist, indem durch das Studium der Geschichte die vorzeitigen Theorien durch bessere ersetzt werden. Ueberhaupt verschafft ein genauer Blick in die historische Entwicklung einer Wissenschaft nicht allein historische Kenntnisse, eine bessere Begründung einzelner Thatfachen, sondern auch der wissenschaftliche Sinn wird geweckt und gehoben.

Aeltere Geschichte der Chemie

oder

Erste Periode. Chemische Kenntnisse des Alterthums.

Von den frühesten Zeiten bis zur Mitte des 4. Jahrhunderts n. Chr. Geburt.

War auch das Streben der ältesten Völker ganz anderen Richtungen zugewendet, als denen der heutigen chemischen Wissenschaft, so haben doch vorzeitig ebenfalls chemische Proceße in der Natur stattgefunden; nur sind sie nicht erkannt worden, und wenn wir auf der anderen Seite berücksichtigen, daß im Alterthume das Studium der Naturwissenschaften ganz vernachlässigt worden ist, wenn wir in Betracht ziehen, daß die Chemie, abgesehen von der Astronomie, allen Naturwissenschaften als Hülfsmittel zur Seite steht, so wird ein Blick mit dem heutigen chemischen Auge in die Vorzeit uns lehren, daß auch schon die Egyptianer eine Art Chemie getrieben und gepflegt haben.

Es ist genugsam bekannt, daß dieses Volk des grauen Alterthums in den Künsten, namentlich in der Baukunst, Vortreffliches geleistet hatte, wie uns hinreichend die ägyptischen Pyramiden beweisen; denn sie stellen ein Meisterwerk dar, wie es die Neuzeit kaum hervorgebracht hat. Ist auch Manches in der Architektur oder Architektonik durch die Gegenwart geschaffen worden, was die Vergangenheit nicht überliefert hat, so müssen wir doch über die Leistungen der Alten staunen.

Könnte auch eingewendet werden, daß die Berichte der Geschichte kärglich seien, so müssen wir immerhin zugestehen, daß in anderer Beziehung einer historischen Darstellung vieler Glaube beigemessen wird; warum sollten also auch nicht die historischen Data, in Betreff der Geschichte der Chemie, als authentisch betrachtet werden dürfen?

Vorzugsweise sind es die Geislichen der Vorzeit, welche uns Thatsächliches überlieferten. Dieses bewährt sich schon in den frühesten Zeiten bei den Egyptianern, wo die Kenntnisse der Naturwissenschaften gleichsam ein Eigenthum der Priester waren und dieselben geheimnißvoll in den Tempeln gelehrt wurden.

Griechische Gelehrte bemühten sich, diese Geheimnisse an das Licht zu bringen, aber die Berichte eines Solon (600 v. Chr. Geb.) und Pythagoras (550 v. Chr.), Herodot (440 v. Chr.), Plato (380 v. Chr.) und Anderer bieten keine Garantie, ob die Chemie in ihre geheimnißvollen Kenntnisse hineinverwebt war. Die historischen Zeugnisse liefern Unvollständiges, so daß es nutzlos sein würde, hierüber zu richten, um so mehr, da die Berücksichtigung der Einzelheiten der Geschichte uns belehren wird, in wie weit die Resultate jener Forschungen der Wichtigkeit der Notizen entsprechen.

Auch über die Kenntnisse der Phönizier sind wir eben so wenig im Stande, sichere Auskunft zu geben; aber es sind Indicien vorhanden, welche dafür sprechen, daß sie in den technischen Künsten ziemlich hoch gestanden haben müssen, wofür auch ihr Handelsverkehr mit entfernt wohnenden Völkern einen Beweis liefert. So soll ihnen eine besondere Kunstfertigkeit in der Färberei eigen gewesen sein; ferner ist ihre Kenntniß in der Glasbereitung, deren erste Erfindung ihnen sagenhaft zugeschrieben wird, gleichfalls für die Chemie von Wichtigkeit. Sind es auch nur Bruchstücke, welche die ältesten Völker uns überlieferten, so dürfen wir doch mit einigem Vertrauen die chemischen Kenntnisse der Israeliten würdigen. Verdankte diese Nation auch ihre größte Kenntniß den Egyptern, so verdienen doch die Uebertragungen aus der Zeit der Israeliten größeren Glauben, da von Seiten derselben uns eine beträchtliche Anzahl Berichte zugegangen ist. Man kannte schon einige edle Metalle, wie Gold und Silber, und auch die gewöhnlichen unedlen Metalle, wie Eisen, Kupfer, Blei und Zinn. Es ist sogar möglich, daß ihnen noch weitere Kenntnisse, wie z. B. die der Soda gebühren, aber es würde eine kühne Behauptung sein, wenn man ihnen bedeutendere Kenntnisse zuschreiben wollte, als solche von den übrigen Völkern jener Zeit in Anspruch genommen werden konnten.

Zuverlässiger, als die Berichte der Israeliten, sind jedoch die von den Griechen überlieferten. Sowohl die Griechen, als auch die Römer haben uns schriftliche Denkmäler ihrer naturwissenschaftlichen Kenntnisse, und zwar von ihren ersten Gelehrten selbst herrührende hinterlassen, wiewohl Homer, (welcher etwa 1000 J. v. Chr. Geb. schrieb) wegen seiner herrlichen dichterischen Leistungen allgemein bekannt und gewürdigt, keine andern Thatfachen uns überliefert hat, als sie von den Egyptern und Phöniziern uns zu Theil geworden sind.

Die metallurgischen Kenntnisse scheinen indessen bei den Griechen jener Zeit nicht in dem Grade ausgedehnt gewesen zu sein, wie es bei den Israeliten der Fall war; wenigstens läßt sich dieses daraus entnehmen, daß Metalle, wie z. B. das Eisen, welche zwar vererzt sich sehr verbreitet finden, aber nicht so leicht rein und wirklich regulinisch darzustellen sind, bei den Israeliten weit gewöhnlicher und weniger geschätzt waren, als bei den Griechen. Zu Homer's Zeiten, wo das Eisen für sehr werthvoll gehalten wurde, war dieses jedenfalls noch ein seltenes Metall und es mußte der Productions-Proceß noch sehr unvollkommen sein, auch wenig betrieben werden. Man muß sich nur daran erinnern, daß die Griechen eine besondere geistige

Richtung verfolgten, und daß die Naturwissenschaften, namentlich die Chemie, nur einer geringen Beachtung sich zu erfreuen hatten.

Es ist nicht zu läugnen, daß die Chemie zur Griechen-Zeit noch in arge Finsterniß eingehüllt war, daß erst im Mittelalter, wo die Araber zu forschen begannen, an die ersten Keimlinge der Chemie gedacht werden konnte.

Zur großen Blüthezeit der Griechen, wo vorzugsweise der ästhetische Theil der Künste gepflegt wurde, wo alle geistigen Bestrebungen auf abstracte Philosophie, auf Redekunst, Poesie und auf politische Geschichte gerichtet waren, wurden die Künste und Gewerbe hinsichtlich der praktischen Ausführung gar sehr vernachlässigt. Die einzige Wissenschaft, welche die Chemie berücksichtigte, war die Arzneikunst, die indessen nur wenige hervorragende Männer aufzuweisen hat, und aus welcher für die Chemie ein besonderer Nutzen nicht erwuchs. Wenn auch ein Asklepios, dessen Wirksamkeit in das 13. Jahrhundert (v. Chr. Geb.) versetzt wird, wenn auch ein Hippokrates, der im 5. Jahrhundert lebte, die Arzneiwissenschaft auszubilden suchten, so fanden doch nur sehr wenige Chemikalien in jener Zeit Anwendung. Unter den Naturwissenschaften war es nur die beschreibende Naturgeschichte, welche Freunde und Vertreter sich erwarb. Die Versuche, welche von dem Philosophen Demokrit von Abdera (im 5. Jahrhundert v. Chr. Geb.) gemacht wurden, und darauf gerichtet waren, auf experimentellem Wege die Natur zu ergründen, sind für uns verloren gegangen. So viel ist bekannt, daß Demokrit seine Belehrung in Egypten suchte, und nach den übereinstimmenden Zeugnissen mehrerer römischer Schriftsteller (aus dem 1. Jahrhundert n. Chr.), sein Leben dem Experimentiren widmete. Von den Titeln seiner Schriften, welche allein der Nachwelt überliefert worden sind, zeigt eine: *χειρόματα* (Handgriffe) jedenfalls ein Werk an, welches sich auf praktische Grundlage stützt.

In allen philosophischen Werken, welche uns vorliegen, sehen wir den Beweis, daß die ganze Naturforschung zur Blüthezeit des Griechenthums mit Schlußfolgerungen endete, welche alle Erscheinungen im Voraus erklären sollten. Aristoteles, welcher in den Jahren 384 bis 322 (v. Chr. Geb.) lebte, war der Ansicht, daß man bei der Naturforschung von den allgemeinen Schlüssen auf das Specielle übergehen müsse. Diese Ansicht ist zwar sehr richtig, und für jede Wissenschaft angemessen, aber die Naturwissenschaft will praktische Beweise haben, ehe sie Schlußfolgerungen vertraut, und solche Beweise können nur durch Thatfachen, die eine specielle Beobachtung erfordern, geliefert werden. Aristoteles äußert zwar auch an einer Stelle, daß man gewisse Thatfachen und die Dinge, an welchen sie sich ergeben, kennen lernen müsse, um aus ihnen Folgerungen abzuleiten, aber weder er, noch irgend ein anderer der uns bekannten Gelehrten seiner Zeit, befolgte diesen letzteren Ausspruch.

Es ist allerdings nicht zu läugnen, daß Aristoteles einige bemerkenswerthe Beobachtungen machte, so z. B. daß das Meerwasser, wenn es durch Thon dringt, seinen Geschmack verliert und trinkbar wird; er kannte die Ursache, weshalb das salzige Meerwasser schwer belastete Schiffe besser zu tragen im Stande ist, als

das Flußwasser; er gedenkt ferner des Umstandes, daß dieselbe Wassermenge um so schneller verdampft, eine je größere Oberfläche gestattet ist; indessen alle diese Beobachtungen waren nur zufällige, nicht aus wissenschaftlichem Streben entsprungene. Plato (400 Jahre vor Christi Geb.) spricht zwar von der Bildung des Rostes aus dem Eisen, aber man darf sich nicht wundern, wenn er sie der Entweichung eines Stoffes zuschrieb. — Daß Aristoteles als Resultat genauer Versuche angibt, ein mit Asche gefülltes Gefäß nehme gerade so viel Wasser auf wie ein leeres, zeigt hinlänglich, was für Begriffe damals über die Feststellung von Thatfachen durch das Experiment gehegt wurden. Einige Untersuchungen der Alten, welche mit der Chemie am besten in mittelbarem Zusammenhange stehen, belehren uns vollends, wie wenig zur Zeit die Natur studirt wurde, indessen dürfen wir nur die Untersuchung über die letzten Bestandtheile der Körperwelt, über die Elemente (von denen im 2. speciellen Theil die Rede sein wird) berücksichtigen. Obwohl dieser Gegenstand von Seiten der Griechen früh beobachtet worden ist, so kam doch Niemandem die Lösung des Problems in den Sinn, wie sie später von schärferen Beobachtern als die richtige erkannt wurde.

Thales (600 vor Chr. Geb.) nannte das Wasser den Urstoff aller Körper, Anaximenes (557 v. Chr. Geb.) die Luft, Heraklit (500 v. Chr. Geb.) hingegen das Feuer, als den Stoff, aus welchem alle Dinge des Weltalls entstanden sein sollten; jedoch wichtiger für die Chemie als diese angedeuteten Ansichten wurde die Lehre des Aristoteles über die Elemente des Weltalls. Dieselbe umfaßte freilich nur eine Ansicht über die wichtigsten Eigenschaften der Körper, welche sie als das Resultat des gleichzeitigen Innewohnens der Mischung mehrerer Grundeigenschaften beobachtete; sie sprach von Bestandtheilen, von Elementen, nur in dem Sinne als von supponirten Trägern, solcher Grundeigenschaften, nicht aber nahm sie die Elemente als materielle Urbestandtheile, als unzerlegte Substanzen an, welche in den Körpern empirisch nachweisbar enthalten sind, und aus deren Mischung alle Körper des Weltalls bestehen. Abgesehen von der verschiedenen unrichtigen Deutung über die Elemente der Körper hatte die Lehre des Aristoteles jedenfalls nicht das, was wir gegenwärtig chemische Bestandtheile derselben nennen, im Auge, sondern sie bezieht sich nur auf eine abstracte Betrachtung gewisser Eigenschaften; denn Aristoteles ging davon aus, daß, die Elemente der Ureigenschaften der materiellen Dinge suchen, nichts Anderes heißt, als die der sinnlichen, d. h. der tastbaren. Als Ur- oder Elementar-Eigenschaften müssen mithin diejenigen gelten, welche sich dem Tastsinn kundgeben, z. B. heiß, kalt, trocken, feucht, schwer, leicht, hart, weich u. Aristoteles erkannte indessen nur die vier ersten als Ureigenschaften an, weil die anderen theils nicht so allgemeine, theils secundäre Erscheinungen aus dem Zusammentreffen einiger der vier ersten seien, und gelangte so zu dem Schluß, daß vier Elementar-Eigenschaften: heiß, kalt, trocken, feucht festzustellen seien, deren Besitz die verschiedenen Elemente, die Träger der Elementar-Eigenschaften charakterisiren müsse. Er folgerte weiter, daß das Zusammentreffen von je zweien solcher Eigenschaften einem Elemente zukomme, und daß dasselbe Element

nicht zwei total entgegengesetzte Eigenschaften besitzen könne; so bleiben vier Elementar-Zustände der Materie, von denen man den Zustand der gleichzeitigen Trockenheit und Hitze dem Feuer, die Hitze und Feuchtigkeit der Luft, die Feuchtigkeit und Kälte dem Wasser und die Kälte und Trockenheit der Erde beilegte.

Diese vier Elementar-Zustände oder Elemente der Materie: Feuer, Wasser, Luft und Erde sind es, aus denen nach Aristoteles alle Substanzen zusammengesetzt sind. Außerdem nahm Aristoteles im Weltall noch ein fünftes Element von höherer ätherischer Natur an, und dieser feuchte Bestandtheil, (*οὐσία*, *essentia*) hat später bei seinen Anhängern noch eine wichtige Rolle gespielt.

Ein Schüler des Aristoteles und Plato, Namens Theophrastos, welcher 371 vor Christi Geburt auf der Insel Lesbos geboren wurde und 286 starb, hat in jener Zeit die meisten naturwissenschaftlichen Erfahrungen mitgetheilt. Dieser Mann spricht sich in seinem wichtigsten Werke, welches uns geblieben ist, und über Mineralien (*περὶ λίθων*) handelt, schon über Steinkohlen, Zinnober, Mennige, Bleiweiß, Schwefelarsenik u. s. w. aus.

Die Römer haben den größten Theil ihrer Kenntnisse von den Griechen empfangen; stets mit Revolutionen und kriegerischen Unternehmungen beschäftigt, konnte bei ihnen von einer scharfen Beobachtung der Thatfachen nicht die Rede sein. Sie begnügten sich damit, in die Ideen der Griechen einzugehen und ihre Schriften, welche uns über Naturwissenschaften überliefert worden sind, enthalten nur sorgfältige Sammlungen von Thatfachen, ohne wirkliche Sachkenntniß.

Für die Naturwissenschaften sehr beachtungswerthe Schriftsteller des Alterthums sind, streng genommen, nur Dioskorides, gebürtig aus Anazarba in Kleinasien, welcher, unter den griechischen Autoren sehr hervorragend, in der Mitte des ersten Jahrhunderts nach Chr. Geburt lebte, und der römische Schriftsteller Cajus Plinius Secundus der Aeltere, im Jahre 23 n. Chr. zu Verona geboren, welcher schon 79 durch einen Ausbruch des Vesuvius dem Tode erlag. Dioskorides, welcher die römischen Heere auf mehreren Feldzügen in Asien begleitete, erwarb sich Kenntnisse in der Zubereitung von Arzneimitteln und chemischen Manipulationen. Das Werk, in welchem er diese niedergelegt hat, das erste, welches die gesammte *Materia medica* zur Zeit zusammenfaßt und uns erhalten ist, dehnt sich auf 5 Bücher: *περὶ ὕλης ἰατρικῆς* oder *de medicinali materia* aus.

Dioskorides ist es gewesen, welcher zuerst von einer Destillation (s. hierüber zunächst weiter unten S. 22 und alsdann den II. Th. d. Werks) und Anleitungen zu Processen, sowie von der Gewinnung des Quecksilbers und Zinnobers, von dem Rösten des rohen Spießglanzes oder Schwefelantimons spricht. Auch sind ihm Kalkwasser, Kupfervitriol, Bleiweiß schon bekannt gewesen. Seine Schriften liefern die ersten sicheren Kenntnisse über die Darstellung einzelner künstlicher Producte; auch gedenkt er (*βιβλ. β κεφ. ρδ*) ganz deutlich des Zuckers und seines Arzneigebrauchs: *καλεῖται δὲ τι καὶ σάκχαρον, εἶδος ἐν μέλιτος ἐν Ἰνδία πικρῶτερος καὶ τῇ εὐδαίμονι Ἀραβία εὐροσκομέρον, ἐπὶ τῶν καλὰ μωων ὁμοιον τῇ συστάσει ἁλσι, καὶ θραύομενον ὑπὸ ταῖς ὁδοῦσι καθάπερ οἱ ἄλλοι. ἐστὶ*

δὲ εὐκοίλιον, εὐστόμαχον, δίοθεν ὕδατι καὶ ποθέν. ὠφελοῦν κύστιν κακαωμένην καὶ νεφροὺς καθαίρει δὲ καὶ τὰ τὰς κόρας ἐπισκοτοῦντα ἐπισχρίομενοι“, wenn auch der Zucker zu Dioskorides Zeiten noch nicht im Großen gewonnen worden ist.

C. Plinius Secundus der Ältere hat der Nachwelt ein Werk unter dem Titel: „Historia naturalis in 37 Büchern hinterlassen, welches uns einen reichen Inhalt von Thatfachen und Beobachtungen, die für ein gewisses Naturstudium sprechen, liefert. Ist dieses Werk auch nur zusammengetragen, sind die darin niedergelegten Kenntnisse von den Naturkörpern in jenem Zeitalter auch nur den Griechen entlehnt worden, so ist es doch insofern ein schätzenswerthes Opus, als dasselbe uns Aufklärung gibt, wie wir die Kenntnisse der Alten aufzufassen haben. — Die 37 Bücher dieses Werkes, welches dem Verfasser augenblicklich vorliegt, geben einen Begriff über die damalige Kenntniß der Natur, und besonders enthalten die Bücher 33—37 reichhaltige Notizen über die chemischen Kenntnisse, welche dem genannten Plinius bei seiner Sammlung zu Gebote standen.

Das Schwierige der historischen Forschung liegt nur leider darin, daß die von den Alten gewählten Bezeichnungen sich nicht mit Sicherheit bestimmen lassen, um die Körper, von denen sie sprechen, genau zu erkennen. Nichts desto weniger ist und bleibt es auch für die Jetztzeit interessant, sich nicht allein in der Fortwältzung neu aufgedeckter Thatfachen zu bewegen, sondern auch Blicke in die Vorzeit zu werfen, uns Aufschluß über die vorzeitliche Auffassung und Vorstellung von den Naturkörpern zu geben, mit denen die Gegenwart in der vielseitigsten Weise sich beschäftigt.

Wenn wir das eben Gesagte berücksichtigen, so wird es immerhin eine angenehme Zugabe sein, hier, wo nur eine Geschichte der Chemie behandelt werden soll, auch die übrigen naturwissenschaftlichen Kenntnisse, welche uns Plinius überliefert hat, nicht unbeachtet zu lassen.

Beleuchten wir daher zunächst den Inhalt der 37 Bücher der Historia naturalis, der Hauptsache nach, so finden wir in dem 1. Buche eine Einleitung, in welcher im Allgemeinen die damaligen Kenntnisse berührt werden; das 2. Buch spricht über den Erdball und über die Elemente in physiographischer Hinsicht, das 3., 4. und 5. Buch liefern uns geographische und topographische Kenntnisse des Orbis veteribus notus d. h. über die europäischen, asiatischen und afrikanischen Länder, Städte &c. Das 6. Buch liefert eine Fortsetzung hiervon, während das 7. schon auf statistische Nachrichten und auf Erfindung der Künste sich ausdehnt. Das 8., 9. und 10. nehmen aber schon einen naturhistorischen Charakter an, indem sie über die animalischen Individuen: Elephanten, Meeresbewohner, Luftbewohner, so über die Natur der Geier, Tauben, Hühner, sich aussprechen. Das 11. Buch liefert die damalige Kenntniß über die Geschlechter der Insekten; das 12. 13. 14. 15. 16. und 17. verbreiten sich über die Pflanzen; das 18. Buch handelt von den nützlichen Getreidearten und Hülsenfrüchten, resp. der Agricultur, z. B. Weizen, Gerste, Bohnen, Hafer &c. Das 19. bespricht

vorzugsweise die Gartencultur, das 20. diejenigen Pflanzen, welche in der Heilkunde Anwendung fanden und in Gärten cultivirt wurden. Das 21. verbreitet sich über die Zierpflanzen; die folgenden Bücher sind besonders wieder den Heilkräutern gewidmet und das 28. denjenigen Heilmitteln, welche aus dem Thierreiche entnommen wurden. Auch das 30. Buch handelt von ebendenselben Gegenstände; das 31. dagegen behandelt die Mineralwasser und eben so verbreitet sich das 32. Buch über diesen Gegenstand.

Schon hieraus ergibt sich, daß auch die Alten bei den Bestrebungen in ihren rein geistigen Wissenschaften der Natur nicht abhold waren. Noch mehr aber werden wir belehrt über das Studium der Natur, wenn wir das 33. Buch der „*Historia naturalis*“ durchblättern. Man pflegt zu sagen, daß in manchen Zeilen, die in alten und neueren Schriftstellern gelesen werden, manche Goldperle aufgefunden werden könne; eben so finden wir in dem 33. Buche schätzbare Kenntniß der Alten; denn daselbst ist z. B. schon von der Natur der Metalle, vom Gold (*de auro*), Silber (*de argento*), vom Auripigment (*de auripigmento*), vom Bernstein (*de electro*), vom Quecksilber (*de argento vivo seu hydrargyro*), welches Plinius im Cap. XXXII. als ein *venenum rerum omnium* bezeichnet, vom Zinnober (*de cinnabari*) u. s. w. als bekannten Körpern die Rede, während im 34. Buche über Cadmium (*de cadmio*), der damaligen Bezeichnung für Zink, über Aerugo (*de aerugine*) als Grünspan, *de plumbo nigro*, *de stanno*, *de molybdaena* als Bezeichnung für Bleiglätte beschreibende Notizen gegeben werden. Das 35. Buch behandelt die Farben, welche den Griechen und Römern bekannt waren; dort wird z. B. *de aegyptia terra*, *de ochra*, *cerussa usta*, *de alumine*, *de atramento*, *de Chia terra* etc. gesprochen. Das 36. Buch hat die Natur der Mineralien zum Gegenstande; und zwar vorzugsweise: den Marmor, Alabaster, den Syriacus lapis, die Kieselsteine, den Kalk, Gyps, die Obsidiane, den Bergtheer (*maltha*), ferner die Bildung des Glases (*origo vitri*) u.

Das 37. Buch verbreitet sich hauptsächlich über die Edelfsteine, über die Entstehung derselben, über die Natur der Krystalle, über Smaragde, Berylle, Opale, Jaspis, Topas, Saphyr, Amethyst, Hyazinth u. s. w.

Obgleich auf die Einzelheiten in dem zweiten speciellen Theil mit den nöthigen Citaten erst eingegangen werden kann und Näheres, selbstverständlich, erst dort erwartet werden darf, so leuchtet aus diesen allgemeinen Andeutungen schon zur Genüge hervor, daß doch auch die Alten auf die Naturgegenstände achteten, dieselben beobachteten, wenn auch ihr Streben mehr darauf gerichtet war, die ihnen auffallenden Naturkörper im praktischen Leben auf irgend eine Weise zu verwenden, ohne ihre eigentliche Natur zu studiren, denn hauptsächlich gingen ihre Bemühungen darauf hinaus, Naturgegenstände oder Naturproducte in der Heilkunde zu verwerthen. Besonders sind es, wie ersichtlich, die Bücher 33—37, welche für die Chemie Interesse gewähren, und da vorliegend eine Geschichte der Chemie geliefert werden soll, so hat der Inhalt dieses Werkes gewiß einigen Werth.

Im Laufe des Textes und bei der Verfolgung der Einzelheiten werden wir

uns ferner auch überzeugen, daß die Abstammung manches noch heute in der chemischen Wissenschaft gebrauchten Wortes aus dem Alterthume sich herschreibt, und daß für die etymologische Ableitung solcher Wörter das Studium des Alterthums von Wichtigkeit ist. Führen wir nur das Wort „Mangan“, das Wort „Cuprum“ (für Kupfer), ferner Arsen *rc.* an, so ergibt sich daraus, daß, wie später geschehen wird, wir die etymologische Ableitung des Alterthums zu Hülfe nehmen müssen. — Hat nun auch ein solches Studium für die heutige Wissenschaft keinen großen Werth, und stehen auch die Kenntnisse der Alten zu der heutigen Chemie nicht in einer engen Beziehung, so unterliegt es doch keinem Zweifel, daß die Kenntnisse der Alten Aufmerksamkeit verdienen.

Wenn wir daran denken, daß viele Jahrhunderte verstrichen sind, ehe die Chemie einen Gegenstand emsiger Forschung der Gelehrten ausmachte; wenn wir bedenken, daß man erst in den letzteren Decennien die Chemie zu einer eigentlichen Wissenschaft zu erheben begonnen hat, so dürfen wir auch dem Alterthume den Vorwurf nicht machen, daß damals kaum eine Ahnung von dem Ziele und dem Streben in den gelehrten Geistern wohnte. Sollen wir aber nun das Geschaffene verachten? Sollen wir gar keine Notiz von den erzielten Früchten der Vorzeit nehmen? Das wäre undankbar, und auf der anderen Seite wird Jeder, der nicht die Geschichte seiner Wissenschaft studirt, nicht von dem wahren Impuls befeelt sein, welcher ihm innewohnen muß, wenn er auch den Fortschritt der Wissenschaft verfolgt. Man pflegt zu sagen: „Wer das Alte nicht achtet, ist des Neuen nicht werth.“

Plinius ist der Mann, welcher für die Chemie aus dem Alterthume uns am meisten überliefert hat. Er hat uns ja, wenn wir näher auf seine Bücher eingehen, über das Vorkommen der Metalle Vieles mitgetheilt, wenn auch über die Art der Darstellung Weniges und Unvollkommenes. Er berichtet uns, daß die Alten schon Legirungen kannten, welche sie für die praktische Anwendung für geeigneter hielten, als die einzelnen Metalle für sich. Auch die verschiedene Schmelzbarkeit der Metalle war den Völkern des Alterthums bekannt, wenn auch bei derartigen Versuchen und Beobachtungen manches Fehlerhafte sich einschlich. Sie verstanden schon Eisen in Stahl zu verwandeln, Metalloxyde darzustellen, um dieselben in der Heilkunde anzuwenden. Außer dem Zinnober, Schwefelarsen kannten sie auch andere Schwefelmetalle, wie z. B. Schwefelantimon, Kupferkies, Kupferglanz *rc.*; ferner Metallsalze, wie Kupfervitriol, Eisenvitriol, wenn ihnen auch der genaue Unterschied der Körper von einander mangelte, woher es denn auch kommen mochte, daß Verwechselungen in der Bezeichnung nicht ausblieben; so z. B. wird der Ausdruck: „molybdaena“ bei Plinius als Bezeichnung für Bleiglätte, das Wort: „minium“ hin und wieder für Zinnober gebraucht. — Dagegen wurden Grünspan und Bleiweiß schon damals nach Methoden dargestellt, welche sehr wenig von den gegenwärtig angewandten abweichen. Ferner sollen ihnen kohlen-saures Kupferoxyd, welches sie unter dem Namen „Chrysocola“ als Farbe benutzten, kiesel-saures und kohlen-saures Zinkoxyd, letztere beiden Salze zum Behufe der Mies-

singbereitung bekannt gewesen sein. — Das Messing pflegten sie jedoch mit demselben Ausdruck, dessen sie sich für Kupfer bedienten, nämlich wie dieses, auch mit „aes“ zu bezeichnen, wiewohl, wenn auch antike Geräthschaften von Kupfer existirt haben sollen, hauptsächlich Messing in Frage kommt, welches die Griechen mit dem Ausdruck: „χαλκός“ bezeichneten, der sich jedoch auch auf Kupfer bezieht.

Die Bereitung des Glases wurde bei den Alten schon eifrig betrieben, und sogar hat man zu jener Zeit schon Metalloxyde, zur Erzeugung farbiger Gläser beim Glasschmelzen zugefetzt.

Was den Bereich der organischen Chemie anlangt, so waren die Kenntnisse der Alten in dieser Beziehung noch ungleich beschränkter. Die Essigsäure, welche in dem gewöhnlichen Essig enthalten ist, war die einzige von ihnen gekannte Säure, aber sie hatten auch Seife, und sogar waren sie damit vertraut, daß Bleioxyd mit Fettsäuren einen Verseifungsproceß eingeht, auch das sogenannte Bleipflaster liefert. Sogar schon des Zuckers geschieht ja, wie bereits angeführt, von Seiten der Schriftsteller Erwähnung, und durch Plinius haben wir erfahren, daß die Stärkmehlbereitung im Großen betrieben wurde. Wir dürfen ferner nicht staunen, wenn schon der Indigo und manche andere organische Farben den Alten nicht fremd waren; wenn ferner schon der Saft der Galläpfel dazu angewendet wurde, um durch die Farbenveränderung in einigen Fällen zwischen ähnlichen Substanzen unterscheiden zu können; jedoch waren alle diese Versuche und Anwendungen empirisch; Niemand suchte die bei solchen Experimenten sich ereignenden Proceße oder Vorgänge zu erforschen. Alle diese Kenntnisse, welche die Alten von Naturgegenständen hatten, sind indessen nur in Plinius' Naturgeschichte niedergelegt worden; ein anderes Werk, welches chemische Kenntnisse enthält, ist uns nicht bekannt.

Im zweiten Jahrhundert war es Claudius Galenus, 121 nach Christus zu Pergamos in Kleinasien geboren, welcher uns eine Uebersicht über die damalige Kenntniß, besonders aber nur über die Wirkung von Arzneien und deren bestimmte Eigenschaften überbracht hat; aber diese Lehren, welche Galenus gab, stützen sich meistens auf die Lehre des Aristoteles, von den vier Elementen, und zwar erscheinen hier die vier Elemente geradezu als Qualitäten genommen. Nach Galen gibt es vier Grade der Qualität, die mit den Eigenschaften der Aristotelischen Elemente zusammenfallen: „trocken und heiß, trocken und kalt, feucht und heiß, feucht und kalt.“ Der Zustand der Gesundheit oder Krankheit wird nach Galenus durch die Mischung und Form der Elemente bestimmt; sind diese in dem Körper abnorm, ist der Körper zu stark erhitzt, erkältet etc., so muß durch Arzneimittel von der entgegengesetzten Beschaffenheit entgegengewirkt werden. Dieses Alles sind jedoch nur rein medicinische Kenntnisse und Beobachtungen, aber von einer chemischen Wirkung, von chemischen Eigenschaften ist gar nicht die Rede, wenn auch Galenus als der bedeutendste Arzt des zweiten Jahrhunderts hingestellt werden muß.

Es ist nicht in Abrede zu stellen, daß im ersten Jahrhundert unserer Zeitrechnung ein allgemein wissenschaftliches Streben bei den Griechen, wenn auch nicht

mehr in der Blüthe, doch zu Hause war, daß zu jener Zeit der wissenschaftliche Sinn der Griechen auf die Römer übertragen wurde, und daß die Egypter, namentlich die Priester derselben, die Wissenschaft im Geheimen trieben, und sie sollen es gewesen sein, die auch der chemischen Kunst, wie sie damals noch genannt werden mußte, ihre Aufmerksamkeit zuwendeten. Die Alexandrinische Akademie, von Ptolemäus I. (welcher von 301—284 v. Chr. regierte) gestiftet und von seinen ersten Nachfolgern ebenfalls begünstigt, hatte sich auch während der ägyptischen Monarchie und während der Herrschaft der Römer ihre Bedeutsamkeit zu erhalten gewußt und sich zu einem der wichtigsten Zufluchtsorte der griechischen Wissenschaft erhoben.

Besonders waren es im 4. Jahrhundert aber die Byzantiner, welche chemische Ansichten in größerer Allgemeinheit, als es je früher geschehen war, zu Tage förderten. Aber, wie wir wissen, verdamnte die Verbreitung des Christenthums, welche immer mehr um sich griff, die ägyptischen Tempel und das geheimnißvolle Treiben in denselben. Um dieser Verdamniß entgegenzutreten, gebrauchten die Priester die Wissenschaft als Waffe. Die religiösen Geheimnisse wurden zu wissenschaftlichen, so daß Alexandrien als der damalige Ausgangspunkt wissenschaftlicher Richtungen betrachtet werden konnte, und es ist nicht unwahrscheinlich, daß hierdurch der Grundstein zur Alchemie gelegt wurde.

Mittlere Geschichte

oder

Zweite Hauptperiode.

A. Unterperiode oder Zeitalter der Alchemie.

Von der Mitte des 4. Jahrhunderts bis zum ersten Viertel des 16. Jahrhunderts.

Mit dieser Periode ist die Geschichte der Chemie dem Alterthume entrückt, und es beginnt mit derselben die mittlere Geschichte. — Zwei Eigenthümlichkeiten sind es, welche diese Periode oder das Zeitalter der Alchemie charakterisiren, nämlich der Zweck, welchen gegenwärtig die Chemie verfolgt, und im Zusammenhange damit, eine theoretische Ansicht über die Zusammensetzung der Metalle.

Wenn auch diese Periode uns wirklich chemische Thatfachen bietet, so war doch der Zweck der Chemie ein ganz verfehlter, da man, mit Hülfe chemischer Prozesse, unedle Metalle in edle, in Gold oder Silber zu verwandeln sich bemühte. Die Chemie nimmt in dieser verblendeten Richtung, sobald sie die allein herrschende ist, die Bezeichnung: „Alchemie“ in Anspruch.

Im 4. Jahrhundert begannen die alchemistischen Bemühungen und schon im 5. Jahrhundert tauchten in der That Schriftsteller auf, welche die Metallveredlung als hauptsächlichsten Gegenstand behandeln. Diese Schriften sind sämmtlich in griechischer Sprache geschrieben und stammen meistens von egyptischen Schriftstellern her.

So viel steht indessen fest, daß, wenn wir auch dem Alterthum alle Gerechtigkeit widerfahren lassen, die erste Ausbildung der Chemie den Arabern zuzuschreiben ist, welche zu jener Zeit, wo in Europa Eroberungskriege hausten, Muße hatten, den Wissenschaften zu leben.

Die genaueren Nachrichten von der Wirksamkeit der Araber, im Bereich der Chemie, stammen jedoch erst aus dem 8. Jahrhundert her; ihr Zweck war: stets Mittel zu finden, unedle Metalle in edle zu verwandeln, oder vielmehr, auf chemischem Wege, den Stein der Weisen darzustellen, welcher in seiner höchsten Vollkommenheit Quecksilber und jedes geschmolzene unedle Metall in Gold verwan-

deln sollte. Jedoch kennt man die näheren Umstände nicht, unter denen zuerst der Begriff der Metallverwandlungen sich entwickelte. Wahrscheinlich hat man zufällig aus unedlen Metallen eine, der Farbe nach, dem Golde ähnliche Mischung erhalten und dadurch mag die Vermuthung entstanden sein, daß es möglich sei, aus unedlen Metallen Gold zu verfertigen. Im 8. Jahrhundert finden wir durch einen Versuch die Aufgabe gestellt, welche es möglich machen sollte, eine Theorie über die Metallveredlung aufzustellen. Nach dieser Theorie sind alle Metalle zusammengesetzt und zwar finden sich in allen zwei Bestandtheile, von deren Mengenverhältniß und verschiedenem Grade der Reinheit die Natur des Metalls abhängt. Beiden Bestandtheilen werden Namen darstellbarer Stoffe beigelegt. Schwefel und Quecksilber, die angenommenen Bestandtheile sind jedoch, hinsichtlich der Eigenschaften, von den darstellbaren Substanzen, gleichen Namens, verschieden.

Zu Anfang dieses Zeitalters werden die angenommenen Bestandtheile der Metalle noch mit den darstellbaren Substanzen für ziemlich übereinstimmend gehalten, später aber ändern sich die Ansichten und sprechen sich immer mehr dahin aus, daß eine Verschiedenheit stattfindet.

Wenn wir nun annehmen, daß auch die ersten Jahrhunderte nach Christi Geburt uns etwas geliefert haben, wenn auch selbst das achte Jahrhundert uns einige interessante Data aus dem frühern Streben übertragen hat, so gewinnen doch eigentlich die späteren Jahrhunderte erst an höherem Interesse.

Das 12. Jahrhundert nach Christi Geburt ist es, welches uns die Bestrebungen und Richtung der Araber in vollem Maße kundgibt. Man muß in der That gestehen, daß, wenn man in diese Zeit einen Rückblick wirft, man in Staunen versetzt wird; und wir müssen bekennen, daß dieses Jahrhundert dasjenige ist, welches uns veranlaßt, die Geschichte der Alchemie, von der damals nur die Rede sein konnte, genauer zu verfolgen.

Es ist schon gesagt worden, daß die Araber die Schöpfer und Herren des alchemistischen Zeitalters waren, und daher könnten wir mit Recht auch die alchemistische Epoche das Zeitalter der Araber nennen.

Jene Zeit war freilich nur der Anfang der Dämmerung für den hentigen Glanz, aber es ist doch schon die Rede gewesen: von einem Eisensafran, von einem verfallten Spießglanz, von dem ägenden Sublimat, von dem rothen Präcipitat, vom Frischen der Glätte, vom Silbersalpeter u. s. w.; so heißt es z. B. vom Eisensafran in den *Alchemiae Geberi libris* (excud. Jo. Petrejus Nurembergens. Bern. 1545) und zwar *Liber investigation. magister. p. 220*: „Crocus ferri dissolvendus est, in aceto distillato, et est clarificandus; et haec aqua rubicunda, Crocea congelata, dat tibi crocum aptum et est factum; ferner über Schwefelmilch in den Büchern: *de inventione veritatis, c. VI. p. 172, de sulfuris praeparatione*: „Sulfur vivum clarum et gummosum tere subtilissime et coque in lixivio facto de cineribus clavellatis et calce viva, colligendo superius combustibilitatem, ejus oleagineam extrahendo, quousque clarum videtur: quo facto extrahe et mové cum baculo et caute extrahe illud, quod, cum lixivio

egressum habuerit, partes grossiores inferius relinquendo. Illud autem extractum, infrigida parum, et impone ei quartam ejus de aceto bono, et ecce totum congelabitur ut lac. Lixivium extrahe clarum, quo ad poteris, residuum ad lentum desicca ignem et serva.

Ferner vom Scheide- und Königswasser: de invent. veritat., c. XXIII. de aquis solutivis et oleis incervativis. p. 182: „Et primo cum aqua nostra dissolutiva, de qua mentionem fecimus in summa nostra, cum loquuti fuimus de dissolutione cum aquarum acumine: Primo sume libram unam de Vitriolo de Cypro, et libram semis Salis petrae, et unam quartam aluminis Jameni, extrahe aquam cum rubigine alembici, nam dissolutiva est multum, et utere ea in capitulis praelibatis: fit autem multo acutior, si cum ea dissolveris quartam Salis ammoniaci, quia solvit Solem, Sulfur et Argentum.“

Sodann von dem Frischen der Glätte: Liber defornacibus c. V. p. 188: „Furnus autem descensorius fit in hunc modum. Et est apud nos inter fusores cineritiorum et cementorum mirabiliter usitatus. Reducuntur autem omnia corpora calcinata, combusta, soluta et congelata per hunc furnum in solidam massam. Imo cineritia et cementa, et testae, seu crusibula, in quibus saepius fustum est argentum ad recuperationem illius metalli imbibiti.“

Endlich heißt es beispielsweise über den Silberfalspeter: de invent. veritat. c. XXI. p. 180. 181: „Primo dissolve Lunam calcinatam in aqua dissolutiva, quo facto, coque eam in phiala cum longo collo, non obturato ori per diem solum, usquequo consumetur ad ejus tertiam partem aquae, quo peracto pone in loco frigido et devenient lapilli ad modum cristalli fusibiles.

Die in diesen Stellen gegebenen Vorschriften über Bereitung des Eisensafrans, der Schwefelmilch, des Scheide- und Königswassers, des Frischens der Glätte und des Silberfalspeters haben eine bedeutende Wichtigkeit für die Vergleichung der Vorzeit mit der Gegenwart, wenn auch die meisten Naturforscher jener Zeit nur mit der Veredlung der unedlen Metalle sich beschäftigten. Eben so finden wir bei den Schriftstellern Synesius und Zosimos von Panopolis, zwei Anhängern der Alexandrinischen Schule (welche beide im Anfange des 5. Jahrhunderts lebten), obgleich die Alexandriner uns wenig Positives lieferten, (wofür der Verfasser auf den speciellen (II.) Theil verweisen muß), zuerst die Destillation in größerer Vollkommenheit dargelegt, indem Synesius in seinen Opera. epist. XVII. eine deutliche Beschreibung, und Zosimos (περί ὀργάνων καὶ καμίνων) eine Abbildung der Destillation lieferte. (Nach dieser Handschrift in der Marcus-Bibliothek zu Venedig und der öffentlichen zu Paris bei Ol. Borrichius Hermetis Aegyptiorum et chemicorum sapientia ab Hermann. Conringii animadversionibus vindicata. (Hafn. 1674. 4. S. 156).

Eine aufsteigende Destillation (siehe auch die erste Periode und den zweiten Theil) des Quecksilbers scheint schon Dioskorides gekannt zu haben: Σωζόμενα ἀπάρτα (ed. Saraceni 1548 fol. βιβλ. ε. κεφ. ρι) „θέντες γὰρ ἐπὶ λοπάδας κεραμέας κόχρον σιδηροῦν ἔχοντα κιννάβαρι περικαθάπτουσιν

ἄμβικα, περιαλείψαντες πηλῷ εἶτα ὑποκαίουσιν ἄνθραξιν; ἡ γὰρ προσίζουσα τῷ ἄμβικῳ αἰθάλη ἀποξεθεῖσα καὶ ἀποψυχθεῖσα ὑδράργυρος γίνεται.“ Jedenfalls ist durch die Einführung dieser Operation in die Chemie die Grundlage für zahlreiche Entdeckungen gelegt worden.

Ein gewisser Michael Psellus aus Konstantinopel, Lehrer des griechischen Kaisers Michael Duca, ein sehr gelehrter Mann, hat außer einer beträchtlichen Anzahl Schriften auch eine über die Goldmacherkunst hinterlassen, in welcher er nicht allein die bei den Byzantinern gangbare Meinung von dieser Kunst, sondern auch einige, wenn auch nicht neue Schmelzarbeiten beschrieben hat; nach einer Handschrift heißt es darin: *Τοῦ λογιωτάτου καὶ πανσόφου ὑπερτίμου κυρίου Μιχαήλ τοῦ ψελλοῦ περὶ χρυσοποιίας πρὸς τὸν πατριάρχην Κύριον Μιχαήλ*; in einer andern Handschrift: *τοῦ μακαρίτου καὶ πανσόφου ψελλοῦ ἐπιστολὴ πρὸς τὸν ἀριώτατον πατριάρχην Σιγίλινον περὶ χρυσοποιίας*; lateinisch ausgegeben mit folgender Aufschrift: *De auri conficiendi ratione ad Michaelen Cerularium, Patriarcham Constantinopolitanum, Dominico Pipinentio, Viborensi interprete, una cum Democrito Abderita, Synesio, Pelagio et Stephano Alexandrino de magna et sacra arte editus est. Patav. 1572 8.* In seiner Schrift: *διδασκαλία παντοδαπῇ* erwähnt er auch der Elemente des Feuers, der Luft, des Wassers und der Erde.

Von einem Nicephorus Blemmidas, welcher um das Jahr 1255 vom Kaiser Theodoros Lascareus zum Patriarchen von Konstantinopel bestimmt war, und welcher in anderen Büchern als berühmt galt, führt Boerhave in seinem Werke: „*Elementa Chemiae*“), ein *ἔργον χημειτικόν* an, von welchem die vatikanische Bibliothek eine Handschrift besitzt, was aber nicht sowohl die Bereitung des Steins der Weisen, als andere spagyrische Arbeiten lehren soll. (Nach Joh. Chr. Wiegels, Geschichte des Wachstums und der Erfindungen in der Chemie in der ältesten und mittleren Zeit; aus dem Lateinischen übersetzt. Berlin und Stettin 1792.)

In dieses Zeitalter gehört auch Artephius, von welchem angegeben wird, daß er durch seine, vermittelt geheimer chemischer Kunstgriffe gewonnene Universal-tinctur, sein Leben auf 1025 Jahre verlängert habe.

Er hat ein „*liber secretus de lapide philosophorum*“, also ein geheimes Buch über den Stein der Weisen, geschrieben, von welchem die Handschrift noch in manchen Sammlungen liegt, aber von einem, unter diesem Titel im Druck erschienenen**), der von verschiedenen Seiten gegebenen Versicherung nach, untergeschobenen Werke, sehr verschieden sein soll; und ferner einen „*Clavis majoris sapientiae*“ hinterlassen.

*) *Elementa chemiae* 4. Lugd. Bat. 1732. Vol. I. S. 13: *περὶ χρυσοποιίας*, wovon eine Handschrift in der öffentlichen Bibliothek zu Paris liegen soll.

**) Ein Beitrag zur Geschichte der höhern Chemie oder Goldmacherkunde in ihrem ganzen Umfange; ein Lesebuch für Alchemisten und Weisensteinsforscher; auch für Alle, welche die Wahrheit suchen und lieben. Leipzig 1785. Artesii Arabis liber secretus, nec non Saturni Trismegisti s. fratris Eliae de Assisio libellus et alia nonnulla Francof. 1685.

Auch Morimus, ein Römer und ein Einsiedler zu Jerusalem, setzte das ganze Wesen der Chemie in die Verwandlung der Metalle und in die Bereitung einer allgemeinen Arznei, welche alle Krankheiten heilen könne.

Die meisten nicht-arabischen Schriftsteller dieses Zeitalters haben sich insofern mit der Chemie beschäftigt und derselben in ihren Schriften gedacht, als sie dieselbe zur Bereitung von Arzneien gebrauchten, so z. B. die Abtissin Hildegardis zu Bingen, welche freilich erst zu Ende des zwölften Jahrhunderts lebte und ein Buch von zusammengesetzten Arzneien geschrieben haben soll. Selbst die Araber beschäftigten sich in dieser Periode, in welcher vorzüglich die zusammengesetzten Arzneien in Spanien blühten, mit der Chemie nur nebenbei, als einer Hülfswissenschaft, deren sie bei der Bereitung von Arzneien bedurften. Uebrigens erfreuten sich, von der Mitte des 8. Jahrhunderts an, die Wissenschaften in allen Ländern, welche die Araber in Besitz genommen hatten, einer aufmerksamen Pflege von Seiten der Herrscher. So hatte z. B. der Kalif Al-Mansur (754—775) das von ihm gegründete Bagdad zu einem Hauptsitz der Künste und Wissenschaften gemacht und eine Akademie daselbst gestiftet, welche, besonders medizinische Kenntnisse pflegend, auch für Verbreitung der chemischen, zum Zweck der Arzneibereitung, förderlich war. Seine Nachfolger, namentlich Harun al-Raschid (786—808) und dessen Söhne Almamun († 833) und Almotasem († 841) folgten seinem Beispiele, indem sie bedeutende wissenschaftliche Unternehmungen begünstigten. Nicht weniger zeichneten sich in den westlichen Besitzungen der Araber die dortigen Herrscher durch sorgsame Pflege aus.

Das 8. Jahrhundert lieferte auch schon einen Chemiker, Namens Geber, dessen Werke bereits angeführt worden sind und welcher alle Beachtung verdient. Dieser Geber soll von Geburt dem Stamme der Araber angehört haben und in Mesopotamien geboren sein. Seinen ursprünglichen Namen Abu-Mussa-Dschafar al-Sosiji, abgekürzt Dschafar, sollen die Abendländer in „Geber“ ungeändert haben. Nach anderen Lesarten ist er ein Grieche gewesen und erst später zum Islam übergetreten. Demnach würde ihm jener Name nicht gebühren, sondern es wird angenommen, daß ihn ein anderer Alchemist aus dem 9. Jahrhundert geführt habe; denn es hat mehre Gelehrte unter den Arabern gegeben, welche dem Namen Dschafar oder Geber ähnliche Namen führten. Wenigstens ist sicher, daß in der zweiten Hälfte des 8. Jahrhunderts auf der Hochschule zu Sevilla in Spanien ein Dschafar oder Geber gelebt hat, von welchem die nachstehend anzuführenden Schriften herrühren, oder von denen er wenigstens als der Verfasser angenommen wird. — Bei den späteren Lateinern heißt er philosophus perspicacissimus, bei Roger Bacon magister magistrorum. Seine Schriften, aus denen schon Mehres citirt worden ist, sind: *De inventione veritatis* (auch unter dem Titel *Alchimia*); *de fornacibus construendis* und außerdem *Summa perfectionis magisterii*; *de investigatione perfectionis metallorum*. Von Manchen wird auch sein Testamentum (*Geberi, regis Indiae*) als sein eigenes Produkt anerkannt. Was Geber's theoretische Ansichten betrifft, so glaubte er, dem Charakter dieses Zeitalters entsprechend, daß alle Metalle aus Schwefel und Quecksilber bestehen, daß, wenn das Gold, Silber, Blei

und Zinn nicht Quecksilber enthalten, sie sich mit dem gemeinen Quecksilber nicht vereinigen können. Für eben so ausgemacht hielt er, daß Zinn und Blei aus Schwefel und Quecksilber beständen, aber im Zinn mehr Quecksilber enthalten sei, als im Blei, und die Beweise dafür glaubte er darin zu finden, daß Zinn bei dem Calciniren schwefligen Geruch ausstöße und daß durch Zusatz von Quecksilber zu Blei ein wahres Zinn sich darstellen lasse, und daß das Zinn durch oft wiederholte Calcination und Reduction sich in Blei verwandle. Was indessen seine Huldigung, bezüglich der Ansicht, daß der Stein der Weisen eine Universal-Arznei sei, betrifft, so ist dieselbe sehr zweifelhaft, (übrigens siehe Weiteres hierüber im 2. speciellen Theil). Der Zweck seiner Schriften ist nur, zu der Bereitung des Steins der Weisen hinzuführen; dagegen ist die hauptsächlichste Aufgabe die Metallveredlung. Die Mittel hierzu theilt er in drei Classen, die er Medicinen nennt. Die Medicinen der ersten Classe sind die rohen Naturproducte, die der zweiten Art, die durch Sublimation und sonstige chemische Processe gereinigten; und durch weitere Behandlung der Medicinen der zweiten Art, durch Reinigung und Fixirung, läßt sich nach ihm die Medicin der dritten Ordnung, der Stein der Weisen darstellen und damit sei die Aufgabe der Alchemie gelöst.

Hinsichtlich der praktischen Kenntnisse und Erfahrungen Geber's mag bemerkt werden, daß die Anzahl der von ihm erwähnten Metalle sich nicht weiter erstreckt, als auf die schon dem Plinius und Dioskorides bekannten. Er verstand das Quecksilber mit Gold, Silber, Blei, Zinn und Kupfer zu verbinden, und er erwähnt auch, wie sehr gern es diese Metalle angreift. Er stellte ferner Legirungen dar und wußte verschiedene dieser Metalle zu oxydiren, wozu sein Verfahren jeder Zeit in der Anwendung von Hitze bestand; so erhielt er z. B. Oxyde des Eisens und Kupfers, das gelbe und rothe Bleioxyd, und zuerst findet sich bei ihm Nachricht über die Darstellung des rothen Quecksilberoxyds. Ihm war auch schon bekannt, daß Arsenik das Kupfer weiß färbt; er wandte den Schwefel häufig an; kannte dessen Auflöslichkeit in Aetzlauge und verstand, wie schon erwähnt auch aus seinen Schriften (vergl. die Citate aus denselben, de inventione veritatis) sich ergibt, den natürlich vorkommenden Schwefel durch Niederschlagen mit Essig als Schwefelmilch reiner zu gewinnen. Er war ferner mit mehreren Verbindungen des Schwefels mit Metallen, mit Potasche, Soda vertraut; er gewann Schwefelsäure aus Alaun, Salpetersäure aus dem Salpeter, mittelst Vitriolöl durch Destillation, und bereitete sich aus der Salpetersäure, wie ebenfalls aus seinen citirten Schriften sich ergibt, durch Zusatz von Salmiak, Königswasser. Er wandte die Destillation häufig an, reinigte Präparate durch Umkrystallisiren und Sublimation, wußte das Verkalken der Metalle durch Fluß zu verhindern, verstand Metalle durch Blei zu reinigen, benutzte schon ein Wasserbad und hat, wie ebenfalls angeführt worden, ein Werk über die beste Einrichtung von Oefen zu chemischen Zwecken geschrieben; indessen seine Kenntnisse über die Salze dehnten sich nicht weit über die beschränkte Anzahl der den Alten bekannten hinaus. Alaun, Salpeter, Salmiak werden von ihm zuerst deutlich erwähnt; den

Vitriol wandte er häufig an, und verstand, wie erwähnt, Silberfalspeter krystallisirt darzustellen; auch kannte er Quecksilbersublimat, und es findet sich bei ihm die erste Angabe über die Auflösung des Goldes *zc.*

Die Nachfolger Gebers bei den Arabern haben sämmtlich ein geringes Interesse für die Chemie und eben so wenig können ihre Schriften einen Werth für uns haben. Die auf Dschafar oder Geber folgenden arabischen Chemiker beschäftigten sich vorzugsweise mit zusammengesetzten Arzneien; sie waren Aerzte, welche die Chemie für jene Zwecke nur nebenbei betrieben.

Besonders berühmt war Muhamed = Ibn = Salarjah = Abn = Belr = al = Rasi, gewöhnlich Rhazes genannt, aus Chorasän gebürtig, Arzt in Bagdad, welcher 932 daselbst starb. Derselbe soll für die medicinische Anwendung chemischer Präparate Manches gethan, auch zwölf Bücher über Alchemie geschrieben haben, von denen aber erst neuerer Zeit Einiges in Handschriften in der Pariser Bibliothek aufgefunden worden ist, und wovon Einzelheiten im 2. Theile Erwähnung finden werden. Ungleich geschägter als Rhazes war von Seiten der Alchemisten der arabische Arzt Abn = Hali = Ebn = Abdallah = Abnufina, gewöhnlich Avicenna*) genannt, geboren in der Bucharei 978, an verschiedenen Orten des Orients Arzt und in Persien 1036 gestorben. Er war der Verfasser des lange Zeit berühmten Werkes: *Canon medicinae*; auch gab er noch verschiedene andere Schriften: *Porta Elementorum*; *De conglutinatione lapidum*; *Tractatus de Alchemia* heraus.

In diesen Schriften findet sich mit der Ansicht über die Zusammensetzung der Metalle, die mit der Geber's übereinstimmt, die Aristotelische Ansicht über die Elementareigenschaften der Körper gepaart, und die medicinischen Eigenschaften derselben werden nach Galenischen Grundsätzen erklärt. So hat z. B. das metallische Kupfer, nach Avicenna, die Eigenschaften der Hitze und Trockenheit, aber im verkalkten Zustande die Eigenschaft der Feuchtigkeit in hohem Grade. Uebrigens finden sich chemische Thatfachen in diesen Schriften nicht.

Ferner sind aus dem 11. und dem Anfange des 12. Jahrhunderts noch einige arabische Alchemisten hier zu erwähnen, z. B. Al = Wasir = Abn = Merwan = Abdelmelech = Ibn = Zohr oder Abdelmelech = Abn = Merwan = Ebn = Zohr, oder wie er gewöhnlich heißt, Avenzoar, Vater und Sohn berühmter Aerzte, Leibarzt des Kalifen zu Marokko Abn = Ben = Jusuf = Ebn = Attaffin, aus Spanien. Derselbe hat für die Bereitung verschiedener Arzneien Anleitung gegeben; er verordnete erst in Krankheiten der Augen Rosenwasser und Zucker, häufig Syrupe. Auch sein Schüler (Anfang des 12. Jahrhunderts) Abn = Elhalid = Mahamed = Ebn = Ahmed = Ebn = Mohamed = Ebn = Roschid oder Mahamed Abul = Walid Ebn = Ahmed = Ebn = Roschid, von den Lateinern Avernhoës genannt, aus Cordova, verordnete schon häufig Rosenwasser, auch andere gebrannte Wasser, sowie Rosenzucker, Beilchenzucker, Syrupe *zc.* Bedeutender als beide war jedoch der spa-

*) Bemerkenswerth ist das Werk: „*Artis chemicae principes Avicenna atque Geber etc* Basileae per Petrum Pernam 1572 (siehe den speciellen Theil).

nische Arzt Abufases oder Alzaharavius oder Abul-Casem, oder Khalaf-Ebu-Abbas, Abul-Kasan oder Bulhasem Ben-Aferazerin, zu Zahara bei Cordova geboren, und in der letzteren Stadt 1122 gestorben. Derselbe wandte die Destillation zur Bereitung von Arzneien an, beschrieb sie genauer und lehrte verschiedene wohlriechende Wasser bereiten. Durch ihn wurde auch die Destillation des Weins bekannter; auch beschreibt er die Destillation des Essigs. Er beschreibt sogar einen Destillirapparat, welcher demjenigen, wie er noch in der Neuzeit zum Destilliren wohlriechender Wasser und des Brauntweins im Gebrauche gewesen ist, ähnelt, nur daß er gläserne oder glisirte irdene Helme dazu benutzte; auch erwähnt er, daß man mehrere Helme auf eine Brennblase setzen solle. Bezüglich dieser Destillation mögen die nachstehenden aus Casiri's Bibl. arab. hisp. Tom. II. p. 246 b. 247 entnommenen Citate zur Bestätigung dienen, wiewohl bei der Geschichte der einzelnen chemischen Operationen im zweiten Theile der Verfasser näher darauf eingehen wird, nämlich: *Modus faciendi aquam rosatam. Operatio ejus est secundum III. modos. — Sed modum operationis ejus quae fit cum aqua et igne lignorum, ego monstrabo secundum formam, quam faciunt reges Aharach. Et hic est modus ejus. Facias berchile parvum in domo ampla, cujus fundus, et latera fiat ex plumbo, adeo discreta simul solidata, ut aqua possit egredi ab eo: et facias tibi coopertorium ex vitro cum sagacitate, vel ex terra vitreata, et in eo forma secundum formam vasorum destillationis c. vel c. c. secundum quantitatem magnitudinis berchilis, vel parvitatem ejus secundum voluntatem tuam faciendi multam, vel paucam aquam ros. Deinde pone ollam magnam ex ere (aëre) vel cacabum post parietem, juxta quam possuisti, berchile secundum formam ollae balnei, et construe eam super furnum, et berchile sit constitutum super furnum, inferius ab olla, ita quod applicet de calore lignis berchilis ad ollam etc.* (S. weiter 2. Theil).

Und an einem andern Orte d. Casiri: „Modus alius qui vult destillare pautam aquam. Accipe ollam ex aëre, et imple eam aqua, et pone super lenem ignem, et pone super os ejus coopertorium perforatum foraminibus duobus aut tribus vel pluribus aut paucioribus ventribus, secundum quod poterit capere coopertorium ollas et sint ventres ex vitro.

In Betreff des Essigs und Weines heißt es endlich: *Modus albificandi acetum — construe athanor simile illi, in quo destillatur aqua rosacea, et superpone ei vas destillatorium ex vitro vel ex terra vitreata, et imple tres partes ex aceto bono et quarta pars vasis superius sit vacua, ne cum ebullierit acetum effundatur extra etc.*

Ferner: „Secundum hanc disciplinam potest destillari vinum, qui vult ipsum destillatum.“ Das Werk, welches Abufases geschrieben hat und unter dem Titel „Servitor“ in lateinischer Sprache im 15. und 17. Jahrhundert oft herausgegeben wurde, fand außerordentliche Anerkennung. — Es handelte von der Arzneibereitung.

Auch Hebräer, Afrikaner, Perser und Türken, von denen aus diesem und dem angrenzenden Zeitalter Schriften, meistens ohne denselben ihren Namen vor-

zusetzen, über die Vereitung der Arzneien, auf uns gekommen sind, scheinen, so weit uns ihr Inhalt bekannt ist, nicht weiter gekommen zu sein; so der Verfasser von Waslat ela alhabib fi wast atthabat co althaib, von Kerab Karabadin, de pharmacopoeo; de medicamentorum compositione, de medicamentis simplicibus et compositis, Antidoti africanae de remediis in pharmacopoeis usalibus, de syruporum et emplastrorum confectione, virtutibus et usu, de medicamentis simplicibus et compositis, eorum usu et abusu, de medicamentis simplicibus et compositis, alphabetie.

Als eigentlicher arabischer Alchemist ist besonders Thograi Masudi zu erwähnen. Jedoch würde man den Werth dieser Periode oder vielmehr den ersten größeren Theil derselben sehr unrichtig beurtheilen, wenn man ihn nur nach den hinterlassenen und bis auf unsere Zeiten erhaltenen Schriften schätzen wollte. Trotzdem, daß in diesem großen Zeitraume manche Schriften verloren gegangen sein können, auch wie es, einigen Indicien zufolge, wahrscheinlich der Fall ist, wirklich verloren gegangen oder doch verborgen sind, so gab es doch schon viele Leute, die entweder nicht im Stande waren, ihre Kenntnisse aufzuzeichnen oder träg und eigensüchtig genug dachten, um sie ihren Zeitgenossen und Nachkommen vorzuenthalten. Ganz besonders schlich die Sucht, den Stein der Weisen zu finden, unedle Metalle, selbst andere Stoffe in Gold zu verwandeln, eine Arznei für alle Krankheiten und ein Universalmittel für beliebige Lebensverlängerung zu bereiten, im Dunkel einher. Wie leicht mußte sie nicht in einem Zeitalter, wie dieses war, wo die Vernunft sich noch in einen so starken Nebel einhüllte, tiefere Wurzel fassen, weiter sich verbreiten.

Ja sogar wurden schon einige Gewerbe gepflegt, die Hülfe chemischer Kunstgriffe erforderten, nämlich nicht allein Berg- und Hüttenwerke in Spanien, welche damals die Araber inne hatten, sondern deren auch mehrere im Delphinat und vorzugsweise in Deutschland, Böhmen und Schlesien; so z. B. bei Rickolstadt in Schlesien sollen im Gange gewesen sein; und wenn auch ihre blühendsten Zeiten erst in das elfte Jahrhundert fallen, so waren, zweien Urkunden von Kaiser Heinrich VI. vom Jahre 1189 zufolge, in der Nähe Mindens, im Nassau'schen, im Anhalt'schen, im Mannsfeld'schen, einigen Berichten nach auch in Henneberg und Franken, in Tyrol, Trient Berg- und Hüttenwerke; eben so in Steiermark, wo noch jetzt berühmte Eisenhütten im Gange sind. Am blühendsten waren aber damals die Hüttenwerke am Unterharze, deren reichem Ertrag Goslar seine ganze damalige Größe und Macht zu verdanken hatte, und die böhmischen, deren Erzeugnisse auch damals die vorzüglichsten Handelswaaren der Wenden nach den angrenzenden Ländern ausmachten; denn nicht nur aus dem Sande mehrerer Flüsse wurde häufig Gold gewaschen, und zwar so sehr, daß man den Ackerbau darum vernachlässigte, sondern auch das Goldbergwerk „zur Eule“ war zu jener Zeit sehr ergiebig und ernährte viele Bergleute.

Ob nun die Abendländer auch diesen Zweig der menschlichen Kenntnisse, dessen glückliche Vollendung doch immer von der Anwendung chemischer Prozesse

abhängt, von den Morgenländern entlehnt haben, oder ob ihn nicht wenigstens einige ihrer Völkerschaften, vielleicht die slavische, durch mündliche Ueberlieferungen von einer Erzeugung zur andern fortgepflanzt haben, ist nicht mit Bestimmtheit zu behaupten; doch wird das Letztere wahrscheinlich, wenn man weiß, daß zu einer Zeit, wo sich diese noch durch keine Kreuzzüge oder andere Wanderungen mit jenen gebildeten Morgenländern Verkehr eröffnet hatten, daß schon lange vor dem Ende des 11. Jahrhunderts und in Ländern, in welche weder Griechen noch Araber eingedrungen waren, z. B. am Harz und in Böhmen Berg- und Hüttenwerke in Betrieb waren.

In Thüringen war zu jener Zeit der Anbau und die Bereitung des Waides in vollem Gange; jedoch wurde derselbe in Folge der Entdeckung von Amerika, durch den eingeführten Indigo, beinahe gänzlich aus der Färberei verdrängt. Eben so scheint der Gebrauch eines sogenannten Wurzelkermes (*coccus radicum*) in der Färberei zur Zeit schon in Europa und hauptsächlich in Deutschland häufig gewesen zu sein. Dieser Kermes soll nach J. L. Frisch schon im 12. Jahrhundert stark gesammelt worden sein und mehre Klöster, z. B. die Benediktiner-Abtei zu Prüm, das Kloster St. Emmeran zu Regensburg, ließen sich in diesen und den folgenden Jahrhunderten von solchem Kermes, den sie bei ihren vielen Webereien und anderen damit zusammenhängenden Gewerben sehr wohl zu benutzen wußten, ein gewisses Maß als Abgabe liefern; jedoch wird schon in früherer Zeit bezweifelt, daß der Gebrauch dieser, auch in Deutschland, unter dem Namen Johannisblut vormalig gangbaren Farbewaare, von den Morgenländern herstamme, da sie in jenen Gegenden nicht aufgefunden worden ist; dagegen soll man sie in Preußen, Polen, im Innern Rußlands benutzt und auch noch in Mecklenburg in späterer Zeit gesammelt haben. Eher möchte man aber vermuthen dürfen, daß die Araber den Gebrauch des schon den Griechen bekannt gewesenen Kermes, da er sowohl in einigen Morgenländern, als auch in verschiedenen anderen warmen, von den Arabern in ihrem blühenden Zeitalter eroberten Ländern, vorzugsweise in Spanien und in dem südlichen Frankreich zu Hause ist, von den Morgenländern gelernt haben. Denn sehr wahrscheinlich hat die genannte Farbewaare den Farbstoff zu dem englischen Scharlachtuch, dessen in den Verträgen der vormaligen Großen vom 11. bis zum 13. Jahrhundert wiederholt gedacht wird, geliefert; und die Grana de Brasilie, die zu jener Zeit öfter Erwähnung finden, scheinen nichts Anderes gewesen zu sein. Wahrscheinlich sind andere verschiedene Färbemittel den Morgenländern entlehnt worden.

Wenn auch die Bereitung des Glases, und selbst des gefärbten, in Europa viel früheren Ursprungs ist, so scheint doch der Anfang der Kunst, Farben in Glas zu brennen, erst in dieses Zeitalter zu fallen. In Frankreich sollen wenigstens die ältesten Fenster mit solcher Malerei, wie sie sich in der Abtei zu St. Denys finden, aus dem 12. Jahrhundert stammen, wie auch aus der Schrift: „Pe. le Vieil, die Kunst, auf Glas zu malen, und Glasarbeiten zu verfertigen, — aus dem Französischen, Nürnberg 1779“, sich ergibt.

Die Araber hatten sogar schon Apotheken und Männer, die denselben vorstanden, aber dennoch war in ihren Schriften nichts enthalten, was nicht schon in früher erschienenen zu finden war; besonders war es Zahio Ebu Serapion und Mesuc, welche mit großer Ausführlichkeit alles Wissenswürdige aufgezeichnet haben. Von dem Erstern rührt eine Schrift her, welche unter dem folgenden Titel: „Practica s. breviarium, interpr. Gerhardo Carmonensi Venet. 1479. Fol. L. VII. s. antidotarium“ erschienen ist. Schon Kaiser Friedrich II. gab im Jahre 1233 für seine Königreiche Neapel und Sicilien ein Gesetz, vermöge dessen der Arzt verpflichtet war, über schlecht bereitete Arzneien Anzeige zu machen; eben so wurden die Apotheken unter die Aufsicht eines Collegium medicorum gestellt.

Obgleich nun die Araber, so wie sie aus der Reihe der herrschenden Völker verschwanden, vom Schauplatz der Gelehrsamkeit, auch dem der Chemie, sich immer wehr verloren, so lebte doch ihr Geist, namentlich ihre chemische Richtung noch fort. Von der Zeit der Zurückkunft der ersten Kreuzfahrer an griff die Sucht Gold zu machen, weiter um sich, und nicht allein in den Schriften der Gelehrten wird davon Zeugniß geliefert, sondern auch der Adel und die Geistlichkeit beschäftigten sich zum Theil so eifrig mit dem Nachforschen nach dem Stein der Weisen, daß sie Zeit, Kräfte und Vermögen damit verschwendeten; so soll z. B. in der Kirche zu St. Jacob zu Nürnberg seit 1286 ein H. Ulrich von der Sulzburg begraben liegen, von welchem man Folgendes sagt: „Was gar ein selzam Mann mit viel Künsten, und ließ ihr keine unversucht; er hat lange gealchemaiet und viel verthan, hat große Güter gegeben dem deutschen Orden und sich zu Nürnberg im deutschen Hause mit vier Personen erblich eingekauft, und ihm eine Pfründ daselbst, mit einem breiten Bett seinem Geschlecht vorbehalten; zuletzt that er sich gar darein.“ Ferner trieb z. B. ein Mönch, Namens Adolph Mentha, aus Giffhorn, im Jahre 1318, im Kloster Walkenried, Alchemie, und wurde darüber von den anderen Mönchen so verfolgt, daß er schließlich nach Rodum flüchtete, worauf er plötzlich starb. Ueberhaupt war die Alchemie in den Klöstern sehr beliebt und nicht weniger an den geistlichen Höfen.

Der erste für die Chemie bedeutende Gelehrte Deutschlands ist Albert von Bollstädt, gewöhnlich Albertus Magnus genannt, welcher aus dem Geschlechte der Grafen von Bollstädt stammt und 1193, nach Anderen 1205, zu Lauingen an der Donau (in Schwaben) geboren wurde. Er studirte zu Padua Theologie und lehrte dieselbe später (1222) zu Köln und Paris, trat aber hierauf 1223 in den Dominikaner-Orden, wurde darauf Provincial eines Ordens, durchreiste als solcher ganz Deutschland, ging 1260 nach Rom und erhielt dort die Würde als Bischof von Diegenzburg. Da er indessen sich mehr nach Ruhe und einer wissenschaftlichen Beschäftigung sehnte, so gab er jene Würde schon im Jahre 1265 wieder auf und trat abermals in das Dominikaner-Kloster zu Köln, wo er 1280 das Zeitliche segnete.

Albert von Bollstädt beschränkte sich nicht allein auf einzelne Doctrinen,

sondern er war *) sowohl in der Theologie oder der damals sogenannten Gottesgelahrtheit, als auch in der Arzneikunde, Geometrie, Philosophie zu Hause, obgleich er den Naturwissenschaften, besonders der Sternkunde, und am meisten den beschreibenden Naturwissenschaften, d. h. der sogenannten Naturgeschichte, obgelegen hatte. Trotzdem, daß er bei seinem umfassenden Geiste die Wissenschaft zu fördern suchte, und das Studium der Naturgeschichte als selbsterfahrenes Heilmittel gegen die thörichten Täuschungen der Magie und Alchemie **) empfiehlt, wurden ihm dennoch mancherlei Wahrsag- und Zauberkünste Schuld gegeben, wovon der Geschichtsschreiber Trithemius (Trithem) ein merkwürdiges Beispiel berichtet hat, obgleich derselbe am Schluß bemerkt: „*quae vera sint an falsa, haud nostri vere credimus officii*“. Bei der Geistlichkeit stand Bollstädt im Rufe der rechtgläubigen Frömmigkeit, worüber Trithemius unter Anderm bemerkt: „*Albertum — — virum credimus fuisse optimum et sanctum, qui nec diabolicis, nec prohibitis ab ecclesia superstitionibus impenderit studiosum exercitium*“.

Das Studium der Naturgeschichte wurde durch Bollstädt nicht allein gepflegt, um seiner Neigung zu genügen, sondern er empfahl auch die Aneignung naturwissenschaftlicher Kenntnisse besonders deshalb dringend, um die argen Betrügereien der Magie und die Täuschungen der Alchemie zu vermindern oder womöglich zu vernichten. Was die chemischen Kenntnisse und Ansichten des Bollstädt betrifft, so nahm er z. B. den Schwefel und das Quecksilber als Bestandtheile aller Metalle an und suchte den Unterschied in den verschiedenen Stufen ihrer Reinheit und in ihrem verschiedenem Verhältniß zu einander; er nahm aber auch außerdem noch in den Metallen Wasser an, so z. B. sagt er: „*Non autem dubium est, metallica congelari frigore aque igitur humor erit omnium horum materia*“. — Er gedenkt ferner schon des Wasserbades und als einer sehr bekannten Sache des Alembiks (Helms), welchen er zum Destilliren benutzte, worüber es bei Trithemius heißt: „*et si ponatur in alembico, hoc est, in vase aquae bullientis*“; ferner auch: „*distillat autem ultra ab ore alembici existens aequae vel olei liquor*“. — Bollstädt wandte auch schon die Aludeln zum Sublimiren an, um Arsenik auszutreiben und bediente sich eines Ritts, welchen er aus Kreide, Mehl und Eiweiß, oder aus Thon, Kalk, Pferdedünger und Salzwasser, oder aus Thon, Asche, Salz und Harn bereitete. Auch kannte Bollstädt schon Schießpulver, Alaun, Aesfalz und zerflossenes Weinsteinfalz, die Reinigung der edlen Metalle durch Blei und diejenige des Goldes durch Cementiren, sowie die Mittel, unechtes Gold zu prüfen und von dem echten zu unterscheiden. Er gedenkt ferner der Bleimennige, des Arsenikkönigs und der Schwefelleber, der Glasur mit Mennige auf Töpfergeschirr,

*) J. Trithemius I. S. 593. Man sagte: „*er sei Magnus in magia naturali, major in philosophia, maximus in Theologia*“.

**) De rebus metallicis Bd. III. C. 9. p. 274 z. B.: „*Sciunt artifices alehymiae, species permutari non posse, sed similia his facere possunt, ut tingere rubrum cetrino, ut aureum videatur*“.

des grünen Vitriols, des blauen Zinnober, des Schwefelkieses. Ihm war es schon bekannt, daß Arsenik und Schwefel durch Sublimation aus Erzen geschieden werden könne, daß Arsenik das Kupfer weiß macht, daß Schwefel alle übrigen Metalle, nur das Gold nicht angreift; endlich suchte er auch schon im Eisen die Ursache der schwarzen Farbe der Schreibtinte.

Von Vollstädt's Schriften sind für die Chemie besonders zwei von Wichtigkeit: 1) *De Alchymia*; 2) *De rebus metallicis et mineralibus libri quinque*. Die erstere Schrift wurde erst im 17. Jahrhundert gedruckt und es scheinen durch die Abschreiber Nachträge aus späterer Zeit hineingekommen zu sein. Das zweite Werk wurde schon zu Anfang des 16. Jahrhunderts durch den Druck verbreitet. Andere minder wichtige Werke sind: *Compositum de compositis*; *Secretorum tractatus*; *Breve compendium de ortu metallorum*; *Liber octo capitum de philosophorum lapide*. Auch sollen noch folgende Werke von ihm herkommen: „*Opus optimum et verissimum de secretis philosophorum*. *Ars Alchemica*; ferner eine Schrift *de sigillis lapidum, de generatione lapidum etc.*

In dieser Periode wurden auch schon viele Gewerbe in's Leben gerufen, welche mit der Chemie zusammenhängen, nicht allein die Erfindung des Schießpulvers, sondern auch Schmelzhütten, Metallfabriken, Glas- und Spiegelhütten, Alaun-, Vitriol- und andere Siedereien, Töpferfabriken u. wurden in diesem Zeitalter theils eingerichtet, theils vervollkommenet. Die steierschen Berg- und Hüttenwerke waren im 14. Jahrhundert schon von solcher Bedeutung, daß Herzog Albrecht II. es für nöthig erachtete, ihnen noch vor der Mitte desselben Jahrhunderts eine eigene Ordnung zu geben; in Krain war das Eisenwerk zu Mißuern schon in jenem Jahrhundert in Blüthe. Gegen Ende des 13. Jahrhunderts wurden auch die Silberbergwerke bei Kuttenberg entdeckt; außerdem waren aber noch andere Silberwerke, Bleiwerke und hauptsächlich Zinnwerke im Betrieb. Im Meißner resp. sächsischen Erzgebirge sind in dieser Periode schon zu Scharfenburg, Siebenlehn, Freiberg, Ehrenfriedersdorf, Chemnitz, Geyer, Eisleben, sowie am Harze zu Goslar, am Fichtelgebirge in Franken, überall schon verschiedene Berg- und Hüttenwerke im Gange gewesen. England hat schon seine Silber- und Zinnwerke, Spanien Quecksilberwerke, Ungarn Silber- und Goldwerke, Schweden Eisenhochöfen und ergiebige Silberwerke gehabt. Metallfabriken, Messinghütten sollen schon zu Paris und Köln existirt haben, überhaupt gelbe goldähnliche Legirungen fabricirt worden sein, mit deren Vereitung die Alchemisten sich vielfach beschäftigten, weil sie glaubten dadurch Gold erzeugen zu können. Mit Blei gebranntes Zinn ist schon zur Glasur der Töpferwaaren benutzt worden. Die Anpflanzung der Waidpflanze und die Vereitung der Farbe aus derselben war im 13. Jahrhundert in vollem Gange, und die Bewohner Erfurts sollen im Jahre 1290 zum Andenken auf den Stellen der von ihnen zerstörten Raubschlöffer Waidamen ausgestreut haben. Im 14. Jahrhundert soll sogar Bittau auf den aus Thüringen kommenden Waid die Stapelgerechtigkeit erlangt haben. Ja die Einführung der Orseille in die europäische Wollenfärberei fällt ebenfalls schon in

die Zeit des Jahres 1300, also lange vor die Wiederentdeckung der kanarischen Inseln, woher später der größte Theil der zur Bereitung jener Farbe erforderlichen Flechten geholt wurde.

Besondere Erwähnung verdient der ebenfalls im 13. Jahrhundert mit Albertus Magnus gleichzeitig lebende Engländer Roger Baco, welcher im Jahre 1214 zu Alchester in der Grafschaft Somerset geboren wurde. Derselbe widmete sich gleichfalls dem geistlichen Stande, studirte zu Oxford und Paris, ging dann wieder nach Oxford zurück, trat dort in den Franziskaner-Orden ein und begann gleichzeitig als Lehrer zu wirken. Baco war von Natur mit herrlichen Anlagen ausgerüstet und mit der lateinischen, griechischen, hebräischen und arabischen Sprache vertraut; er suchte überall Belehrung, war ein vorzüglicher Astronom, erwarb sich große Verdienste um Gottesgelahrtheit, Heilkunde, Mechanik, Optik und andere Zweige der Mathematik und Naturwissenschaften, so daß ihm, in Folge seiner mannichfaltigen Kenntnisse und seiner Erkennung der Naturkräfte, der Ehrentitel: „Doctor mirabilis“ beigelegt wurde. Die Ueberlegenheit seines Geistes und die geschickte Anwendung, welche er von erkannten Naturkräften machte, zogen großen Neid seiner ihm nachstehenden Zeitgenossen auf sich, so daß er namentlich auch in Folge der von ihm geschaffenen automatischen Kunstwerke den Ruf eines Zaubersers und Schwarzkünstlers erlangte und man von ihm glaubte, er stehe mit dem Teufel im Bunde, wovon die natürliche Folge war, daß er der Verfolgung der Kirche nicht entging. Er wurde sogar von seinen eignen Klosterbrüdern in Oxford gefangen genommen, bis Papst Clemens IV. ihn bald wieder befreite; leider aber wurde er unter dem nächstfolgenden Papst Nicolaus III. abermals eingekerkert und erst nach zehnjähriger Gefangenschaft in Freiheit gesetzt. Die übrige Zeit seines Lebens brachte er in Oxford in der Stille hin, bis er 1284 (nach Anderen 1292) starb.

Roger Baco scheint im Ganzen der praktischen Chemie sein Augenmerk weniger zugewendet zu haben, als der Geschichte der Chemie; nichts desto weniger hat er manche Thatfachen aufgedeckt, welche der wissenschaftlichen Chemie Klarheit verschafft haben, so z. B. hat er schon darauf aufmerksam gemacht, daß Alaun und Vitriol mit einander nicht identisch sind, sowie auch gelehrt, daß Schwefelarsenik durch Erhitzen mit Eisen zersetzt werden kann; auch war er schon mit dem Braunstein,*) als einem den Metallen nahestehenden Körper, dem Wismuth, dem Schießpulver bekannt. Uebrigens nahm er Quecksilber als Bestandtheil aller Metalle an und schrieb dem Stein der Weisen eine vermehrende Kraft zu.**) Obgleich Baco viel aufgeklärter war, als seine

*) Ueber den Braunstein, das Wismuth und den Alaun finden wir in seinem „Speculum alchemiae“ Bemerkungen im Kap. III. S. 614. Ueber das Schießpulver in seinem „Opus majus“ p. 474 z. B.: Similiter oleum citrinum petroleum, id est, oriens ex petra, comburit, quidquid occurrit, si rite praeparetur, nam ignis comburens fit ex eo, qui cum difficultate potest exstingui, nam aqua non exstinguit.

**) Wir finden hierüber in seinem Werke: speculum alchemiae (de alchemia libellus) Verdin g. Geschichte der Chemie.

Vorgänger, wiewohl er den Weg der Beobachtung und Erfahrung für das Naturstudium wählte, ein tiefer Blick in das Innere der Natur ihm manches Geheimniß enthüllte und er sich dadurch außerordentliches Verdienst um den Fortschritt für Zeitgenossen und Nachkommen erwarb, so huldigte er doch den allgemeinen alchemistischen Bestrebungen, hinsichtlich der Metallveredlung und des Steins der Weisen. — Seine literarische Production war sehr ergiebig und es mögen folgende seiner Schriften hier angeführt werden: *Opus majus*; *Medulla alchemiae*; *De arte chemiae*; *Breviarium alchemiae*; *Documenta alchemiae*; *De alchemistorum artibus*; *De secretis*; *De rebus metallicis*; *De potestate artis naturae*, *Speculum alchemiae* oder *Libellus de alchemia*; ferner *Epistola de secretis operibus artis et naturae, et nullitate magiae*; *De secretis Alchemiae majoris etc.*

Ein anderer Alchemist, welcher zu jener Zeit sich einen großen Ruf erworben hat, war Arnold Bachuone, häufiger Arnold Villanovanus genannt. Derselbe wurde 1235 geboren wiewohl es nicht entschieden ist ob Villeneuve in der Provence oder Villanova in Catalonien als Geburtsort angesehen werden darf. Er widmete sich der Philosophie und Arzneikunde zu Barzelona, woselbst er später als Lehrer austrat. Er hatte aber durch seine Voraussetzungen hinsichtlich des Todes des Königs Peter von Arragonien*) und des Untergangs der Welt, welcher im Jahre 1335 erfolgen sollte, das Ungemach, in den Bann gethan und in ganz Spanien von der dortigen Geistlichkeit verfolgt zu werden, so daß er nach Paris flüchten mußte, von wo er aber, dort ebenfalls, als Goldmacher und Keger mit dem Teufel im Bunde stehend, verrufen, von der Geistlichkeit vertrieben wurde und sich nach Montpellier begab. Aber auch hier fand er keine Ruhe, so daß er nach einander Rom, Bologna, Florenz, Neapel als Zufluchtsorte wählte, bis er endlich 1296 in Sicilien unter dem vormaligen Beherrscher dieser Insel, dem arragonischen König Friedrich II. Schutz fand, von welchem er 1312 nach Avignon geschickt wurde, um den dort krank liegenden Papst Clemens V. zu heilen und auf dieser Reise fand er durch einen Schiffbruch den Tod, wurde aber noch im Tode von den Bettelmönchen, wegen seiner Schriften, verfolgt. Arnold Villanovanus stimmt in seinen Ansichten, hinsichtlich der Metallverwandlung und der Zusammenetzung der Metalle, den vorausgegangenen Alchemisten bei; besonders aber erstreckten sich seine Bemühungen auf die arzneiliche Anwendung chemischer Präparate, namentlich diejenigen der Quecksilbermittel, so z. B. der grauen Quecksilberfalbe, deren Bereitung er kennen lehrte und wozu Quecksilber mit Speichel abgerieben wurde;

R. II. u. III. bei Mauget p. 613. 614. „Principia mineralia in mineris sunt Argentum vivum et Sulfur. — Nam secundum puritatem — Argenti vivi et Sulfuris, pura et impura metalla generantur. — Ex praedictis duobus fiunt metalla cuncta“ (bezüglich des Quecksilbers); ferner über den Stein der Weisen ebendasselbst R. VII. p. 616: „Grave est etiam projicere super millies millia et ultra, et illa in continenti penetrare et transmutare.“

*) Indice rerum ab Arragoniae regibus gestarum.

auch deren Gebrauch bei Krätze und Ausatz *) (*Breviarium* Bd. II., C. 48 et 49). Er sagt von einer dieser Salben: „sanat — falsum phlegma, educendo per os materiam.“ Ferner lehrte er die Bereitung einer flüssigen Arznei, zu welcher Sublimat gesetzt wurde (aus Quecksilber und Zinn, die in der Luft zerfließt). Er schreibt seinem Gold und seinem Goldwasser (*aqua auri***) sehr bedeutende Heilkräfte zu. Er kannte Wismuth unter dem Namen *Marcasita*, (*Speculum introductionis medicinae. Oper. omn. p. 38. Rosarius philosophor. C. II.*), den Weinstein, lehrte die Verbesserung des Weines durch Einkochen des Mostes (*de vinis p. 558*); warnte vor dem Gebrauch kupferner Gefäße in Küchen und Apotheken (*Antidotarium C. IX. de modo coctionis medicinarum Oper. omn. p. 396*, bereitete *Terpentin*-, *Rosmarinöl* zc. durch Destillation (*Ros. philosophorum. C. XVIII. Oper. omn. p. 2016: „Alembicum, in quo sublimas mercurium sit vitreum et cucurbita terra vitreata*).“ Unter seinen Schriften sind folgende: *Antidotarium*; *De vinis*; *De aquis laxativis*; *Rosarius philosophorum*; *De sigillis*; *Epistola super alchemia ad regem Neapolitanum* (*Testamentum*); *Speculum alchemiae*; *De lapide philosophorum*.

Als Schüler des Roger Baco und des Arnold Villanovanus ist Raymondus Lullus zu erwähnen, welcher 1235 auf Majorca geboren wurde, sein Vermögen im Heere und am Hofe des Königs von Arragonien durchbrachte und hierauf von eitlen Vergnügungen übersättigt, sich mit der Erlernung vieler Sprachen beschäftigte. Er studirte zu St. Jago de Compostella und Montpellier, bezog alsdann 1281 die Universität zu Paris, wo er sich der Theologie widmete, die Doctorwürde in dieser Wissenschaft erlangte und in den Minoriten-Orden eintrat.

Während dieser Zeit wurde er mit Roger Baco bekannt, welcher ihn wahrscheinlich in das Studium der Alchemie einführte, und er lernte auch den Arnoldus Villanovanus im Jahre 1293 auf seinen wissenschaftlichen Reisen in Neapel kennen. Im Jahre 1306 reiste er, nachdem er in Paris Doctor der Gottesgelahrtheit geworden, in den Orden der Minoriten eingetreten war, den König Jakob von Arragonien ein Kloster dieses Ordens in Majorca anzulegen bewogen hatte, durch Italien, Deutschland, England, Portugal, Cypern, Armenien, Palästina zc. Zurückgekehrt entschloß er sich, die Mauren in Afrika zu bekehren, und suchte daher den König Eduard II. von England durch das Versprechen, durch Offenbarung eines Geheimnisses ihm unermeßliche Schätze verschaffen zu wollen, zu einem Kriege gegen die Mauren zu bewegen, der aber nicht darauf einging. Er begab sich dennoch 1306 nach Afrika und predigte dort zu Bugia das Evangelium, wurde aber festgenommen

*) *Breviarium practicae, prooemium in Oper. omnibus cum N. Taurelli in quosdam libros annotationibus. Basil. 1585.*

**) *De vinis. Oper. omn. p. 591. Praeter virtutes, quas habet ex proprietate, a natura insunt ei ex influentia coeli specificae virtutes aliae etc.* Das Goldwasser enthielt wahrscheinlich sehr wenig Gold. Es findet sich darüber ein langer Artikel: *de conservanda iuventute C. II. Oper. omn. p. 818.*

und einige Jahre hindurch gefangen gehalten. In Freiheit gesetzt, ging er 1315 abermals als Befehrer nach Algier und von da nach Tunis, wo er von den Einwohnern zu Tode gesteinigt wurde, wiewohl andere Lesarten berichten, daß Raymundus nicht in Folge der Steinigung gestorben, sondern von christlichen Kaufleuten halb todt nach der Insel Majorika gebracht worden sei. Er soll hierauf, nachdem er genesen, nach Italien gekommen sein und dort im Jahre 1330 sich in der Verfertigung des Steins der Weisen vervollkommen haben; sodann soll er nach England gegangen sein und dort für den König, zum Zweck der Ausrüstung, zu einem Kreuzzuge bedeutende Mengen Goldes aus unedlen Metallen dargestellt haben, welche jedoch von diesem zur Kriegsführung gegen Frankreich benutzt wurden. Insofern getäuscht, soll Raymundus nach Italien zurückgekehrt sein, von wo aus nach 1333 weitere Nachrichten fehlen.

Obgleich Lullus manche neue Wahrnehmung gemacht hat, so hat doch seine unklare Bezeichnungsweise für die folgenden Jahrhunderte, wo alle Alchemisten mit der Enträthselung seiner unverständlichen Ausdrücke sich beschäftigten, manchen Nachtheil geschaffen.

Was die Ansichten und Leistungen des Lullus betrifft, so erkannte er die Zusammensetzung der Metalle an, lehrte die Bereitung des Steins der Weisen, welche er mit der Verdauung, Bereitung des Bluts und der Ausscheidung der übrigen Säfte im thierischen Körper verglich. Besonders aber sind seine praktischen Leistungen im Gebiete der Chemie hervorzuheben, indem er zeigte, daß er mit den sämtlichen Erfahrungen der Zeit wohl bekannt war; so z. B. war er mit der Entzündlichkeit des Weingeistes wohl vertraut und verstand auch sogar denselben durch wiederholtes Ueberziehen*), sowie durch Entwässern mittelst kohlensauren Kali's**) zu reinigen; ferner gedankt er auch zuerst des kohlensauren Ammoniaks***) und des lupulirten Silbers (Testam. novissim. Bd. I.), des versüßten Salpetergeistes (Experiment. nr. XXVI. bei Mauget I., p. 841, wo er auch den Rath gibt, die Vorlage in eine Schale mit kaltem Wasser zu legen). Der Alaun von Rocha und Marasit waren ihm ebenfalls bekannt (Testament. C. 57), auch gewürzhafte Pflanzenessenzen, weißer und rother Präcipitat &c. Außerdem ist zu erwähnen, daß Lullus nicht allein die Bereitung des Goldes, sondern auch der allerkostbarsten Edelsteine zu feinen glaubte. Nach ihm sollten sämtliche Edelsteine aus verschiedenen erdigen Wassern, die nach Metallen benannt sind, bereitet werden können. Lullus hat eine große Anzahl von Schriften herausgegeben, von denen jedoch nur der kleinere Theil sich auf Chemie bezieht; es mögen folgende angeführt werden: Testamentum duobus libris universam artem chymicam complectens; Codicillus seu Vademecum; Experimenta; Liber mercuriorum; Praxis universalis magni operis; Theoria

*) Testament. novissimum Bd. I. bei Mauget p. 791. Compend. Art. alchym.

**) Oder Weinsteinalz (Testament. novissimum Bd. I. p. 808. Compendium art. alchym. Th. II. C. I. p. 879).

***) Aus faulem Harn (Experiment. n. VII. p. 831).

lapidis seu testamentum; Practica; Compendium animae transmutationis artis metallorum; De secretis naturae sive quinta essentia etc.

Das 13. Jahrhundert hatte Alchemisten von hohem Ruf aufzuweisen, von denen der bedeutendsten Erwähnung geschah und welche zugleich der Chemie selbst durch neue Beobachtungen nützten. Das 14. Jahrhundert lieferte jedoch nicht einen einzigen solcher Männer, welcher den genannten an die Seite gestellt werden könnte, obgleich unverkennbar es auch Männer gegeben hat, welche glaubten, daß sie sich im Besitz des Steins der Weisen befänden und, in Folge dieses eingebildeten Geheimnisses, große Achtung genossen. Unter Anderen kann ein Mann, Namens Nicolaus Flamel, geboren zu Pontoise in Frankreich, im Jahre 1330, als ein solcher aufgeführt werden, welcher den Stein der Weisen zu besitzen glaubte; jedoch sind Flamel's Schriften, welche in lateinischen und französischen Manuscripten auf französischen Bibliotheken aufbewahrt wurden, erst im 17. Jahrhundert dem Druck übergeben worden. In dem 14. Jahrhundert sollen auch zwei holländische Chemiker Isaaß Hollandus und Johann Isaaß Hollandus gelebt haben, deren Hauptziel der Stein der Weisen und die Verwandlung der niedlen Metalle in edle gewesen sein soll. Auch bei ihnen sind Schwefel und Quecksilber als Bestandtheile aller Metalle bekannt, und hat der Stein der Weisen eine vermehrende Kraft und unglaubliche Heilkräfte in allen Krankheiten; sie sollen schon den Weg gekannt haben, durch Behandlung mit Metallen Essig zu verstärken; ihnen war schon das Goldscheidewasser und Harnsalz bekannt. Unter den Schriften, welche ihren Namen führen, sind besonders folgende zu erwähnen: *Opera mineralia seu de lapide philosophico, libri duo*; ferner *Opera vegetabilia ad ejus alia opera intelligenda necessaria*; ferner *Fragmenta quaedam chemica*; *De triplici ordine elixiris et lapidis theoria*; *Tractatus de salibus et oleis metallorum etc.*

Außer den genannten Alchemisten lassen sich noch Graf Bernhard von Trevis oder Trevigo, Georg Ripley und Thomas Norton anführen. Graf Bernhard wurde 1406 zu Padua geboren, suchte lange Zeit nach dem Steine der Weisen, für dessen Erforschung er sein ganzes, nicht unbedeutendes Vermögen und seine beste Lebenszeit opferte, durchreiste viele Länder, Italien, Spanien, England, Schottland, Frankreich, Deutschland, Türkei u., um sich Belehrung zu verschaffen. Er erlebte mannichfache Täuschungen und warnte daher vor Betrügereien. Seine Schriften, welche in verschiedene Sprachen übersetzt worden sind, standen noch zu Ende des vorigen Jahrhunderts in hohem Ansehen. Es sind folgende: *De chimia*; *De chemico miraculo, quod lapidem philosophorum appellant*; *Responsum ad Thomam de Benonia etc.* — Graf Bernhard starb im Jahre 1430. — Georg Ripley, ein Engländer, ebenfalls als Alchemist bedeutend, geboren 1415, trat in seiner Jugend in den Augustiner-Orden, beschäftigte sich in dieser Stellung mit der Alchemie, durchreiste zu seiner Belehrung viele Länder und starb, von seinen Reisen 1478 zurückgekehrt, 1490. Er soll sehr zurückgezogen gelebt, aber bedeutende Summen für geistliche Zwecke verwendet

haben. Er theilte die ganze Arbeit bei der Bereitung und Anwendung des Steins der Weisen in 12 Theile: in die Calcination, Solution, Separation, Conjunction, Putrefaction, Congelation, Cibation, Sublimation, Fermentation, Exaltation, Multiplication und Projection. Uebrigens ist es die Frage, ob die zahlreichen Schriften,^{*)} welche unter seinem Namen gedruckt worden sind und theils nur im Manuscript existiren, wirklich von ihm herrühren. Er drückte sich jedoch in unverständlicher Sprache aus. — Thomas Norton, ein anderer Engländer, welcher im Jahre 1477 sein *Crede mihi* oder *Ordinale* schrieb, spricht zwar viel von der Regierung des Feuers, und warnt vor Betrügnern, verschweigt aber die zu seiner Arbeit nöthigen Stoffe und Handgriffe. Er schreibt auch dem Stein der Weisen eine vermehrende Kraft zu, spricht von der Bereitung des Glases, von steinernen Gefäßen etc.

Mehr Aufsehen als alle die soeben genannten Alchemisten machte indessen der angebliche Mönch Basilus Valentinus, welcher, nach Gudenus, im 15. Jahrhundert im St. Peterskloster, zu Erfurt, gelebt haben soll. Seine Schriften enthalten Vieles über den Stein der Weisen und dessen verwandelnde Kraft auf unedle Metalle. Er stellt sich zum Theil als Schwärmer, von überspannten Ideen durchwebter Geist dar; auf der andern Seite tritt er aber auch als scharfer Beobachter auf; ferner ist bemerkenswerth, daß er als die Bestandtheile der Metalle außer Schwefel und Quecksilber, mitunter auch Salz nennt; er nimmt nämlich einen Samen der Metalle und Mercurium, Sulfur und Sal als deren drei Urstoffe an. Basilus kannte den Arsenik nach allen seinen ihn auszeichnenden Eigenschaften und den daraus mit Schwefel entstehenden Arsenikrubin; Zink, Wismuth,^{**)} ägenden Sublimat^{***)} waren ihm ebenfalls wohl bekannt; desgleichen war er vertraut mit der Verwendung des Braunsteins für Glas und Eisenfarbe. †) Die sogenannte Spiesganzbutter wußte er sowohl mit Sublimat, als auch mit Steinsalz und ungebranntem Töpferthon zu bereiten. Der Gebrauch des Bleiglanzes zu Glasuren und Flüssen, die verschlackende und verglasende Kraft des Bleis, und die darauf sich gründende Anwendung desselben zum Saigern, waren ihm nicht weniger bekannt, als die Reinigung des Goldes durch den Guß oder durch Schmelzen mit Spiesganz; auch das Quallgold ††) und dessen fürchterliche Kraft gehörte in den Bereich seiner Kenntnisse. Ferner die Scheidung des Silbers vom Golde, durch Scheidewasser, die Bereitung des letztern aus Vitriol und Salpeter, dessen heftige Erhitzung mit Weingeist, die Gewinnung des Salzgeistes aus Vitriol und

*) Gesammelt erschienen zu Frankfurt a. M. 1614; zu Cassel durch J. Combach 1649; mit geheimem Hauptschlüssel zum Stein der Weisen zu Nürnberg 1717; zu Wien 1756.

**) Siehe hierüber seinen „Triumphwagen antimonii“ und sein „Letztes Testament“.

***) Siehe „Offenbarung verborgener Handgriffe“.

†) Siehe Letztes Testament, Th. II. S. 133: „Den Braunstein daraus man Glas und Eisenfarb machet.“

††) Siehe Letztes Testament.

Küchenalz,*) die Bereitung der Schwefelsäure aus Schwefel, sowie aus Vitriol,**) die Darstellung der salzsauren Kreide aus Salmiak und Kalk, die Scheidung der Metalle aus ihren Erzen auf feuchtem Wege, die Schwefelblumen und die sogenannten Schwefelbalsame, die Schwefelleber und Schwefelmilch waren dem Basilus Valentinus ebenfalls wohlbekannte Gegenstände.

Am wichtigsten sind die Erfahrungen, welche Basilus Valentinus über die Spiesglanzpräparate***) machte; er theilte nämlich das Spiesglanzerz in zwei verschiedene Gattungen, denen er verschiedene chemische Zusammensetzung zuschrieb; aus dem Schwefelspiesglanz wußte er auf mehrfache Weise das Antimon metallisch darzustellen, sowie auch das vitrum antimonii zu bereiten; nichts desto weniger war er mit der Darstellung der Spiesglanzblumen, des antimonium diaphoreticum ablutum, des Goldschwefels und der Spiesglanzbutter zc. sehr vertraut.

Unter den Schriften, welche Basilus Valentinus geschrieben haben soll, sind folgende zu erwähnen: *Philosophia occulta*; Kurzer Anhang und klare Wiederholung des großen Steins der Uralten; *Azoth philosophorum seu Aureliae occultae de materia lapidis philosophorum*; *Conclusiones* oder Schlusfreden; *Carrus triumphalis antimonii* oder Triumphwagen antimonii; *Apocalypsis chemica*; *Claves philosophiae*; *Practica*; *Haliographia*; *Letztes Testament*; Offenbarung der verborgenen Handgriffe; *De sulfuro et fermento philosophorum*; *De microcosmo etc.* Besonders beachtenswerth sind aber unter diesen Schriften: Der Triumphwagen, Wiederholung des Steins der Weisen, *Letztes Testament* und Offenbarung der Handgriffe, da in denselben seine Kenntnisse über die chemischen Präparate niedergelegt worden sind.

Basilus Valentinus war der letzte bedeutende Chemiker in der alchemistischen Periode, denn in der folgenden medicinischen Unterperiode spielen die Alchemisten eine untergeordnete Rolle; überhaupt war zwischen dem 14. und 15. Jahrhundert der Zeitgeist ein anderer geworden, so daß im Laufe des 15. Jahrhunderts auch die Hülfsmittel für die Wissenschaften eine Bereicherung erfuhren. Die Bedeutsamkeit der bestehenden Universitäten wuchs in einem hohen Grade und neben den in Spanien, Italien und Frankreich gestifteten Universitäten, welche bereits im 13. Jahrhundert gegründet worden waren, wurden im 14. Jahrhundert, auch in England (zuerst in Oxford im Jahre 1300), in Deutschland (zuerst in Heidelberg 1346) und in Schweden (Uppsala 1476), in Dänemark (Kopenhagen 1478), Polen (Krakau 1400), Hochschulen gestiftet.

Werfen wir einige Rückblicke auf das Zeitalter der Alchemie und berücksichtigen wir sowohl den Anfang dieser Epoche, sowie das Ende und verfolgen wir dabei die Dauer alchemistischer Ansichten und Ideen, so werden wir

*) Siehe „Triumphwagen antimonii“.

**) Siehe sein „Letztes Testament und die verborgenen Handgriffe“, ferner „Wiederholung des großen Steins der Uralten.“

***) Siehe seinen „Triumphwagen antimonii“.

finden, daß diese sich bis in das 19. Jahrhundert hineinziehen; ja vor etwa 10 Jahren ist noch ein Schriftchen von Frankreich aus in die Welt gesendet worden, welches die Welt durch alchemistische Ideen täuschen sollte. Das Schriftchen war wohlweislich mit einem vor dem Ankauf nicht zu öffnenden Kreuzband versehen und trug auf dem Umschlage die Versicherung, daß der Verfasser die Kunst erfunden habe, Gold zu machen; aber der Text des Schriftchens handelte nur von Kupferlegirungen, welche das Gold ersetzen sollten. Hieraus ergibt sich wenigstens, daß die alchemistischen Ideen sich sogar bis in die Neuzeit verzweigt haben, und eine bestimmte Grenze dem Zeitalter der Alchemie nicht gesetzt werden kann, wenn auch die Alchemie in engerem Sinne durch die Bestrebungen in dem sogen. medicinischen Zeitalter sehr verdrängt worden ist. Wie uns das bisher Gesagte gelehrt hat, ging das Bestreben der Alchemie darauf hinaus, aus unedlen Metallen edle herzustellen. Wenn nun auch im Ganzen dieser Gedanke für jene Zeit nicht zu verdammen ist, so grenzt doch die Ausführung nach dem Standpunkt der heutigen Wissenschaft, so lange das Gold als ein einfaches Element angesehen werden muß, an's Unmögliche. Das gegenwärtige Jahrhundert lehrt uns freilich, daß man, hinsichtlich des Fortschritts der Wissenschaft, nichts absprechen darf, und der Verfasser liebt absprechende Urtheile für die Zukunft durchaus nicht, aber so lange Gold und Silber als Elemente angesehen werden müssen, sind wir auch nicht im Stande, diese Elemente zu schaffen; Legirungen mannichfacher Art können wir allerdings herstellen; Surrogate können erfunden und entdeckt werden, aber die edlen Metalle nachzuahmen, in einer Weise, daß die Kunstprodukte auch wirklich den natürlichen entsprechen, ist unerreichbar.

Obgleich die historischen Angaben eine ungewisse Kenntniß über das Zeitalter der Alchemie uns verschaffen, so ist doch über jene Bestrebung in der Goldmachekunst kein Zweifel.

Was den Ursprung der Alchemie betrifft, so wird dieser von Seiten der ältesten Chemiker sogar vor die Grenzen aller historischen Kenntnisse versetzt und sie zählen diese Kunst zu den Geheimnissen, welche nur durch übernatürliche Mittheilungen den Menschen bekannt werden konnten. Die meisten Alchemisten sind jedoch der Ansicht, daß diese Kunst aus Egypten ihren Ursprung herzuleiten habe und daß als ihr erster Vorgänger Hermes Trismegistos zu betrachten sei, wiewohl eine haltbare Ansicht über die Existenz dieses Hermes mit Schwierigkeiten verknüpft ist und von Seiten der Alchemisten auch zugestanden wird, daß ihrem Stammherrn der griechische Name erst später beigelegt worden sei. Von 400 n. Chr. Geburt an wird indessen der Name in allen alchemistischen Schriften erwähnt. Daß jener Hermes in Egypten gelebt habe, suchte man durch mannichfache Angaben zu unterstützen und zu den Geheimnissen der Priester Egyptens sollte auch die Scheidekunst mit gehört haben, wofür Diodor manche Beweise liefert. Eben so gibt auch der griechische Schriftsteller Plutarch (im Jahre 100 nach Christi) an, daß Egypten, wie schon in der Einleitung des vorliegenden Werks erwähnt, früher Chemia genannt worden sei,

Den Ursprung der Alchemie vor den Anfang unserer Zeitrechnung zu verlegen, ist zwar vielfach versucht worden, aber diese Ansicht muß bei genauer Prüfung zurückgewiesen werden; eben so kann man auch nicht annehmen, daß zu dieser Zeit die Kunst der Metallverwandlung ausgeübt worden sei. Auch sollen in China, wie Missionäre berichtet haben, 633 v. Chr. und sogar 2500 v. Chr. Alchemisten gelebt haben; aber hierauf ist wohl wenig Gewicht zu legen, auch was von der Alchemie der Römer hie und da gesagt wird, ist nicht stichhaltig. Die ersten unverwerflichen Zeugnisse stammen aus dem 4. Jahrhundert unserer Zeitrechnung her und gleichzeitig mit der Sache wird des Namens Erwähnung gethan, durch welchen die erste Nachricht überliefert wurde und dieser Name war Julius Maternus Firmicus (350). Das älteste alchemistische Werk, welches Erwähnung verdient, wiewohl die Zeit seiner Abfassung nicht genau bekannt ist, sind die *quinta et ultima*, eines angeblichen Democrits, dessen Buch jedoch dem größeren Publicum nur in lateinischer Uebersetzung im 16. Jahrhundert bekannt geworden ist, nach welcher denn auch eine deutsche ausgearbeitet wurde.

Der erste alchemistische Schriftsteller, über dessen persönliche Verhältnisse sichere Nachrichten vorliegen, war der schon erwähnte Synesius, welcher zu Alexandria studirte, also zu der Alexandrinischen Schule gehörte, das Christenthum annahm und 410 Bischof zu Ptolomäus wurde.

Außer dem Synesius hat es noch eine Anzahl von Alchemisten gegeben, deren Schriften meistens noch nicht herausgegeben worden sind, unter denen der auch bereits erwähnte Zosimos aufzuführen, welcher von seinem Geburtsorte Chammis oder Panopolis in der ägyptischen Thebais gewöhnlich den Beinamen des Panopoliten oder des Alten von Panopolis trägt. Uebrigens ist nicht mit Gewißheit zu bestimmen, zu welcher Zeit er gelebt hat.

Ein Rückblick auf das Zeitalter der Alchemie sagt uns indessen mit Bestimmtheit, daß mit der Eroberung Egyptens durch die Araber eine neue Epoche in der Alchemie begann und die bedeutendsten arabischen Alchemisten sind bereits erwähnt worden.

Obgleich jedoch das neue Zeitalter von Paracelsus an zur Sprache kommt, mag nicht unterlassen werden, zu bemerken, obgleich des Steins der Weisen schon mehrfach gedacht worden ist, daß derselbe darin bestand, eine absolute Gewichtsvermehrung zu bewirken und eine wägbare Materie aus Nichts zu schaffen. Eine verhältnißmäßig kleine Menge Steins der Weisen schuf in Berührung mit den unedlen Metallen das Silber gleichsam aus Nichts, woraus man sieht, daß durch überspannte Ideen und zweckloses Streben den Alchemisten der Kopf verrückt wurde; aber die vermeintliche Verwirklichung solcher Ideen war die Veranlassung, daß die Alchemie in allen Ständen Aufgang fand, wenn auch unter dem Priesterstande am meisten. Schon 400 nach Chr. sind es hauptsächlich Geistliche gewesen, welche sich mit der Alchemie beschäftigten, deren ersten Keime wahrscheinlich von ägyptischen Priestern

gelegt wurden. Vom neunten Jahrhundert bis zur Zeit des Basilius Valentinus hat fast kein bedeutender Alchemist existirt, welcher nicht auch die priesterliche Weihe gehabt hätte. —

B. Zweite Unterperiode oder die der medicinischen Chemie.

Von dem ersten Viertel des 16. Jahrhunderts bis zur Mitte des 17. Jahrhunderts.

Mit diesem neuen Zeitalter beginnt auch ein neues Streben; während in der ersten Unterperiode der mittlern Geschichte die Aufgabe es war, unedle Metalle in edle zu verwandeln, so wurde es nunmehr das vorgesteckte Ziel, die Chemie mit der Medicin zu verschmelzen, oder vielmehr die medicinischen Erscheinungen auf chemische Grundsätze zurückzuführen, so daß von Manchen die Heilkunde nur als ein Theil der angewandten Chemie, als sogenannte Iatrochemie betrachtet wurde. Die Medicin bemächtigte sich der Chemie als eines für das Nothwendigste gehaltenen Hülfsmittels, und daher konnte sie eine Selbstständigkeit noch nicht erlangen; sie wurde fast nur in Verbindung mit der Medicin betrieben, und fast alle chemischen Leistungen gehörten Medicinern an und hatten medicinische Anwendung zu ihrem Zweck. Zwar war von den Chemikern hierfür vorgearbeitet; aber die eigentliche Veränderung in dem Streben ging nicht von den Chemikern, sondern von den Ärzten aus. Die Vorbereitung der Chemiker zu diesem Streben bestand in der Anwendung chemischer Präparate zu medicinischen Zwecken, obgleich dieselbe im Ganzen eine der heutigen Chemie sehr entfernte war.

Von Seiten der Ärzte geschah für die Bereitung der Arzneien nicht mehr, als die griechischen und arabischen Ärzte dafür wirkten. Man war auf der andern Seite noch außerordentlich von dem Wahne der Alchemie, der Sterndenterei u. s. w. ja so sehr befeelt, daß die Naturkundigen sich wirklich außer Stande befanden, für Förderung und Aufklärung der Wissenschaft zu wirken; so war z. B. Quirinus Apollinarus, ein Arzt, welcher zu Hof in der Markgrafschaft Baireuth lebte, durch seine Schwärmerei bald arm, bald reich, und der unruhige Vielwisser Heinrich Cornelius Agrippa von Nettersheim aus Köln, welcher aus einem Stande in den anderen, aus einem Lande in das andere, von einer Wissenschaft zur anderen überging und nirgends Ruhe fand, eben so wenig der geeignete Mann, Aufklärung zu verbreiten; nach ihm hängt durch Sympathie ähnlicher und durch Antipathie unähnlicher Dinge Alles zusammen; daher haben denn auch Gestirne ihre eigenen Metalle, auf welche sie wirken; Thiere können ohne Samen aus heterogenen Dingen erzeugt werden, Dämonen herrschen in der ganzen Natur, in der Luft, im Feuer, im Wasser und in der Erde, welche durch Räuchern mit gewissen Dingen zu bezwingen seien.

Wenn nun auch Luther manches Licht verbreitete und den Nebel, welcher sich über die Gehirne mancher Menschen gelegt hatte, etwas lichtete, so schrieb er selbst doch die meisten Krankheiten dem Teufel zu, welchen er oft in Gestalt eines Mönchs mit Vogelflauen an den Händen gesehen haben wollte; ja selbst der aufgeklärte

Melanchthon glaubte noch an Gespenster; es darf daher nicht auffallen, daß das ganze 16. Jahrhundert hindurch Astrologie mit allen ihren traurigen und lächerlichen Auswüchsen geschätzt und systematisch betrieben wurde. Wunder, Zauberei, Besessene, Hexen hatten so tiefe Wurzeln geschlagen, daß sie sogar von der Kirche befohlen wurden und die Gerichtshöfe mit unerhörter Grausamkeit danach verfahren, so daß J. Weyer mit aller Kraft der Wahrheit, Gerechtigkeit und Menschenliebe nur wenig Eindruck machte, und sogar von Geistlichen und Weltlichen in einem rohen Tone zur Ruhe verwiesen wurde.

Unter solchen Verhältnissen und bei einem solchen Standpunkte der Wissenschaft trat Philippus Aureolus Theophrastus Paracelsus Bombast von Hohenheim auf, welcher als ein Mann von außerordentlichen Naturanlagen aufgeführt werden kann, aber auch ein Schwärmer erster Größe war.

Paracelsus war im Jahre 1493 zu Einsiedeln in der Schweiz geboren; sein Vater Wilhelm Bombast war der Sohn des Georg Bombast von Hohenheim, Großmeister des Johanniterordens, Arzt zu Einsiedeln und unterrichtete seinen Sohn schon früh in der Heilkunde, Astrologie und Alchemie. Paracelsus schweifte viel umher und kam dadurch mit vielen damals berühmten Gelehrten in nähere oder entferntere Berührung. Er beschäftigte sich auf seinen Reisen hauptsächlich damit, die Leute zu unterrichten und ihnen aus den Sternen wahrzusagen, auch auf Verlangen Geister zu citiren. Er wollte auf deutschen, französischen und italienischen Universitäten studirt haben, war in Schweden gewesen, hatte die Morgenländer, auch die Tartarei und Egypten besucht, ferner Ungarn, Siebenbürgen, Spanien, Polen, Preußen u. bereist und kehrte von diesen Reisen, kaum 30 Jahre alt, zurück. Es konnte also bei diesem vagabondirenden Leben unmöglich von einem wissenschaftlichen Streben die Rede sein; auch hielt er in der That nicht sehr viel auf eine echt wissenschaftliche Bildung, eben so wenig auf die Universitäten, wo die Wissenschaft gelehrt wurde; ja er soll selbst versichert haben, daß, während seiner Reisen innerhalb zehn Jahren, kein Buch von ihm angesehen worden sei, obgleich auf der anderen Seite eine große Meinung von seinem Wissen ihn besetzte. Es ist allerdings möglich, daß Paracelsus Mancherlei auf hohen Schulen getrieben haben mag, aber seine Zeitgenossen haben gerechten Grund aufzufinden gesucht, um seine wissenschaftliche Bildung in Zweifel zu ziehen. Wir können dagegen nicht bestreiten, daß er, hinsichtlich praktischer Erfahrung, Vieles gelernt hatte und daß er das Erlernte gut und mit dem gehörigen Glanze wiederzugeben wußte. Für die Chemie war es von Wichtigkeit, daß er sich lange in Ländern umhergetrieben hatte, wo Bergbau betrieben wurde, daß er mit vielen Alchemisten zusammengewesen und auf seinen Reisen mit vielen Arzneimitteln bekannt geworden war; so hatte er z. B. sich eine große Erfahrung in chemischen Operationen eigenthümlich gemacht; jedoch auch einen Schatz Arzneimittel gesammelt, welchen er durch seine chemischen Kenntnisse noch vergrößerte. Er hatte einen größeren Ruf unter den Gebildeten der damaligen Zeit im Allgemeinen, als unter den schulgerechten Gelehrten; aber in Folge glücklicher Kuren von Krank-

heiten, welche die meisten anderen Aerzte damals für unheilbar hielten, verschaffte er sich einen solchen Ruf, daß der Stadtrath zu Basel kein Bedenken trug, ihm 1526 an der dortigen Hochschule eine Professur für Naturkunde und Wundarzneikunst zu übertragen, welche er auch annahm. Er lehrte die ihm anvertrauten Wissenschaften, wie es damals außergewöhnlich war, in deutscher Sprache; er erlaubte sich die ungebührlichsten Ausfälle gegen andere vor ihm und mit ihm lebende Aerzte, während er sich, unter Selbstlob, hervorthat; er erklärte die zur gründlichen Erlernung der Arzneiwissenschaft erforderlichen Wissenschaften für entbehrlich, und erleichterte selbst dem ungebildetsten Menschen das Studium der Wissenschaft, lockte den großen Haufen durch die Hoffnung, ein Elixir zu erlangen, mittelst dessen Hülfe das Leben nach Willkür sich verlängern lasse. Ueberhaupt wußte er durch die Neuheit seiner Behauptungen sich Beifall zu erwerben, den er jedenfalls noch länger erhalten hätte, wenn nicht Trunksucht, übertriebener Stolz und Schmähsucht, sowie unzeitiger Eigennutz ihm zahlreiche Feinde zugezogen hätten, so daß er endlich nach kurzer Zeit (schon im Jahre 1527) auf Anrathen seiner Freunde sich veranlaßt sah, sich aus Basel zu entfernen. Von dieser Zeit an führte er unaufhörlich ein unstetes Leben, hielt sich an Schwarzkünstler, Zigeuner, Scharfrichter, brachte ganze Nächte mit den Bauern im Wirthshause zu, lebte mit der niedrigsten Hefe des Volks auf einem Fuße, trieb sich im Elsaß umher, lebte einige Jahre in Colmar, kehrte dann in die Schweiz zurück, wandte sich hierauf nach Baiern, später nach Böhmen, dann nach Wien, Ungarn, Kärnthen und endlich nach Salzburg, wo er 1541 unter den traurigsten Umständen in dem dortigen Hospital St. Stephan seinen Geist aufgab.

Ohne die Verdienste und Verkehrtheiten des Paracelsus in andern Fächern zu berühren, muß hier doch Erwähnung finden, wie weit er um die Chemie sich verdient gemacht hat. In dieser Beziehung liegen freilich viel Schwierigkeiten ob, weil seine Schüler und Anhänger, die seine meisten Schriften herausgaben, selbst nicht ihn immer recht verstanden oder auch durch seine ganze Lebensweise und Führung, bezüglich der wissenschaftlichen Grundlagen, irre geleitet wurden, oder auch durch neue Namen, sowie durch neue Bedeutung alter Namen seiner Lehre den Anstrich von Neuheit zu geben suchten. Ja es hat große Schwierigkeiten, seine Behauptungen in einen Zusammenhang zu bringen, wie es für eine systematische Darstellung seiner Lehre, selbst eine richtige Beurtheilung ihres Einflusses auf den Geist seines Zeitalters und eine rechte Würdigung seiner Verdienste ja erforderlich scheint.

Paracelsus legte schon dadurch, daß er die Chemie für eine der vier Grundsäulen der Arzneikunde erklärte, an den Tag, einen wie großen Werth sie in seinen Augen für den Arzt hatte.*) Manchen seiner Zeitgenossen und sogar Männern von großer Intelligenz entging diese Schätzung. Paracelsus überstrahlte aber dieselben besonders dadurch, daß er die glückliche Wirkung durch seine zubereiteten

*) Die drei anderen Hauptsäulen der Medicin waren nämlich: die Philosophie, d. h. Cabala und Magie (überhaupt in ganz anderem Sinne des Worts als in der neuesten Zeit), Astronomie d. h. Sterudenterei, und Tugend überhaupt.

Arzneimittel anschaulich machte; hatte er diese chemischen Kunstgriffe, welche für die Bereitung der Arznei aus Mineralien erforderlich waren, auch nicht selbst erfunden und war er auch nicht der Erste, welcher Quecksilber bei gewissen Krankheiten anwandte, so zog er doch die Aufmerksamkeit dadurch auf sich, daß er öffentlich darüber redete, und daß er kräftige Arzneien in Gebrauch brachte, welche die Nachwelt noch zu würdigen gewußt hat.

Die Arzneikunde gewann durch die Anwendung vieler Mittel aus Mineralien, welche seine Vorgänger nicht geachtet oder gar verworfen hatten; er erwähnt den Gebrauch der Eisentincturen, des Eisensafrans, der Schwefelblumen, hauptsächlich in Verbindung mit Aloë, Myrrhe und Safran, insbesondere als ein Verwahrungsmittel in der Pest, er gebrauchte den Vitriolgeist bei Fiebern, Husten und Fallsucht, in der letzteren auch eine Art versüßten Vitriolgeistes und Theriakgeistes mit Kampher versetzt; auch rühmte er das sogen. Vitriolöl nicht nur äußerlich in langwierigen Arten von Hautkrankheiten, sondern sogar auch innerlich bei Magenkrankheiten. Paracelsus war einer der Ersten, welcher die große Wahrheit, daß Gifte durch geschickte Anwendung und Zubereitung die kräftigsten Heilmittel werden, verkündete. So rühmt er nicht nur, zum äußerlichen Gebrauch, verschiedene aus Blei bereitete Arzneien und hauptsächlich in Hautkrankheiten ein Aegwasser, sondern auch zum innerlichen Gebrauch verschiedene Zubereitungen aus Spiesglanz, namentlich den von ihm zuerst sehr unpassend so genannten Mercurius vitae, den Kupfervitriol, als ein kräftiges Mittel den Magen zu reinigen, ohne ihn, wie andere abführende Mittel es thun, zu schwächen; obgleich die heutige Heilkunde solche metallische Mittel, weil sie den Organismus erfahrungsmäßig angreifen, zu vermeiden sucht. Namentlich sind es die Quecksilberpräparate, denen in älterer Zeit eine große Heilkraft zugeschrieben wurde, welche immermehr aus der Heilkunde verbannt werden. Auch lehrte Paracelsus vollständiger, als seine Vorgänger, aus verschiedenen Pflanzentheilen Oele und Aschensalze bereiten; ferner aus gekochtem Terpentin mit Ziegelmehl ein wasserdichtes Pflaster verfertigen, den Wein durch Frostkälte seines Wassers berauben und dadurch verstärken, so sehr er sich auch überzeugt hatte, daß, wenn Wein gefroren war und wieder aufthaute, derselbe an Kraft verlor; er lehrte ferner aus Kirschkernen, Goldcement, Salzgeist und Scheidewasser auf mancherlei Weise bereiten; sowie das letztere auch durch Füllen mit Silber reinigen; auch zeigte er, wie Gold- und Silberfchmiede die Goldauflösung zum Vergolden anwenden können; er machte ferner ausfindig, daß Alaun und Eisenvitriol sich dadurch von einander unterscheiden lassen, daß in dem Alaun kein Metall, sondern Erde enthalten, welche mit einer Säure verbunden sei, wiewohl er die verschiedenen Arten des Vitriols nicht gehörig unterscheidet und daher die Merkmale durcheinanderwirft; er kannte schon Arsenik in seinem ganz metallischen Zustande und auch die Mittel ihm seine Flüchtigkeit zu nehmen; er kannte viel genauer, als seine Vorgänger, das Zink, obgleich er denselben Eigenschaften beilegte, welche bei genauerer Kenntniß nicht zu ermitteln sind; auch hatte er Kenntniß von der Wirkung des Salmiaks

auf die Metalle, von der stark auflösenden Kraft des Königswassers für Metalle, ferner Kupfer mit Quecksilber anzuquicken; ja er gedenkt schon der Eigenschaft des Schwefeldampfes, resp. der schwefligen Säure, Pflanzenfarben zu verändern; er kannte sowohl den Niesstoff der Gewächse, als auch Stahl's Phlogiston. Ganz nach dessen Begriffen fand er dieses Phlogiston oder den Brennstoff sowohl im Schwefel, als auch in den Metallen und zur Wiederherstellung der letzteren unentbehrlich, fand ihn aber auch in anderen verbrennlichen Körpern; schon waren ihm, außer der gereinigten Luft, andere der Luft ähnliche Flüssigkeiten bekannt; auch hegte er schon den Gedanken, die Luft bestehe aus Wasser und Feuer; er erklärte schon das Glühen der Funken, welche der Feuerstein vom Stahle abreibt, aus dem in der Luft befindlichen Feuer und machte einen Unterschied zwischen sichtbarem und verborgenem Feuer; so finden sich auch schon in seinen Schriften die von seinen unmittelbaren Nachfolgern ganz vernachlässigten Keime zweier fruchtbaren Systeme, welche erst lange nach seiner Zeit ihre Ausbildung erhielten und wenn auch sein *Ovum philosophicum*, in dessen Gestalt er bei manchen seiner Arbeiten so viele Vortheile gefunden zu haben glaubte und sein Bad mit Eisenfeile wenige Nachfolger fand, wenn das Dampfbad, dessen er gedenkt, auch in unserer Zeit manche Vervollkommenung erfahren hat; wenn auch manche Erfindungen bessere Werkzeuge, Gefäße und Defen, manche Entdeckungen wichtiger Wahrheiten, die ihm zugeschrieben wurden, eines früheren Ursprunges zu sein scheinen, so hat er doch schon durch die allgemeinere Bekanntmachung derselben, sowie seiner eigenen sehr genützt, und von dieser Seite oder von diesem Standpunkte aus das harte Urtheil, welches ihm die Welt hat zu Theil werden lassen, nicht verdient.

Trotz dieser unbestreitbaren Verdienste läßt sich jedoch nicht läugnen, daß Paracelsus durch die Art und Weise, wie er die Chemie betrieb und durch die Grundsätze, welche er darin entwickelt, durch die Art der Anwendung insbesondere auf andere Wissenschaften außerordentlichen Schaden gestiftet hat, so z. B. hielt er für die Chemie auch die Astronomie und Magie unentbehrlich; wenigstens dienten sie ihm dazu, über schwierige Probleme hinwegzukommen, welche ein anderer Chemist jener Zeit, ohne angesteckt zu sein, nicht hätte lösen können oder zum Theil nie zu lösen unternommen hätte.

Ein großer Nachtheil seiner Schriften und Lehren liegt ferner in seiner außerordentlichen Neigung zur Alchemie, welche er auch in seinen Schülern und Anhängern zu erregen und zu nähren suchte, worin er sehr glücklich war. Er warnt zwar, wie das auch von vielen Anderen geschehen ist, in mehreren seiner Schriften nicht nur vor Betrug, sondern auch vor unwillkürlicher Täuschung; er sagt sogar, daß diejenigen, welche durch die Chemie Gold machen wollen, Unrecht thun, daß es nur eine Fabel sei und bekennt wiederum, daß er den wahren Stein der Weisen noch nicht zu Stande gebracht habe. Auf der anderen Seite spricht er wieder selbst von der Verwandlung der Metalle und dem Stein der Weisen als unzweifelhaften Dingen und von unermesslichen Schätzen, die er dadurch er-

langt habe und der Nachkommenschaft hinterlassen werde. Unter seinen Schülern sind sogar Einige, welche versichern, Zeugen von solchen Verwandlungen, durch ihn, gewesen zu sein, für deren Wirklichkeit er unter Anderem auch die Fällung des Kupfers aus den Cementwässern als Beweis anführt; er versichert ferner auch, daß Quecksilber ohne Metall nicht festgemacht und selbst mit Hülfe von Metall nicht immer in Silber verwandelt werden könne; außerdem erklärt er auch Quecksilber, freilich nicht in der Bedeutung, die es im gemeinen Leben hat, für den ersten Stoff der Metalle, sowie Quecksilber, Schwefel und Salz als die Urstoffe nicht allein aller Metalle, sondern aller Dinge und insbesondere des Menschen.

Noch mehr als durch nachdrückliche und ernente Verkündigung solcher oft absichtlich unverständlich und verwirrt vorgetragener Sätze und Lehren, welche so Manchen schon zu Grunde gerichtet haben und die Fortschritte der Wissenschaft so mächtig aufhielten, hat Paracelsus durch seinen Stein der Weisen, durch seine Wundermittel, Tincturen und Elizire geschadet, auf welche er und seine Schule sich gegen die Galen'schen Aerzte so außerordentlich viel zu Gute thaten, obgleich er wiederum auf der anderen Seite der rohesten Empirie Vorschub leistete; dennoch sagt er in seinen Schriften, daß er nicht für alle Krankheiten Arznei gebe, daß vielmehr die Arznei auf mancherlei Art wirke, bei gewissen Leuten nicht anschlage und der Arzt bei der Wahl sich nach der Natur der Krankheit richten müsse.

Auch in der Physiologie suchte er das, was er Alchemie nennt, geltend zu machen und zwar in folgender Weise: Jeder Theil des menschlichen Leibes habe seinen Schwefel, sein Salz, sein Quecksilber; der Schwefel im Fleische sei roth, ebenso im Blute, im Eingeweide, im Fett, im Mark, in den Knochen; das Salz grün in der Galle, das Quecksilber schwer im Fleisch, leicht in den Lungen, mittelmäßig in den Knochen; der Schweiß sei mannichfaltig, arsenikalisch in den Gliedern, marasmitisch an den Ohren. Er dachte sich ein astralisches Salz, das nur von aller groben Sinnlichkeit auf's Höchste geläuterten Sinnen bemerkbar, als den Grund der Consistenz und des Rückstandes nach dem Verbrennen der Körper, einen durch astralische Einflüsse belebten Schwefel, als den Grund des Wachstums und Verbrennen des Körpers, und ein siderisches Quecksilber als den Grund ihrer Flüssigkeit und ihres Verrauchens, und stellte sich vor, daß diese drei durch ihre Zusammenkunft den Körper ausmachen. Ein Hauptgeschäft im thierischen Leibe, das Geschäft eines Chemisten schreibt er einem Archens zu, welcher im Magen, am vollkommensten im Magen des Schweines, das Gift von Nahrungstoffen in den Speisen abscheidet und die Tinctur ihnen verleiht, wodurch sie für die Assimilation empfänglich werden; nach ihm soll er ferner Brod in Blut verwandeln und dem Arzte zum Vorbilde dienen, der nicht sowohl die Säfte verändern, sondern die Wirkung der Arzneien auf den Magen und auf diesen Meister in demselben richten müsse. Dieser Archens sollte nach ihm alle Veränderungen eigenmächtig vornehmen, die Krankheit oft allein heilen, Kopf und Hände haben und nichts Anderes sein, als der Spiritus vitae, der astralische Leib des Menschen; er sollte nicht allein im eigentlichen Magen wohnen, sondern jedes Glied sollte seinen eignen

Magen haben, wodurch nach seiner Ansicht die Abscheidung bewirkt werde. Er bemerkt sehr richtig den Unterschied zwischen dem Harn, in welchem sich noch die Beschaffenheit der genossenen Getränke zeigt und demjenigen, worin sie sich verloren hat.

Eine besonders wichtige und viel Aufsehen erregende seiner chemisch-medicinischen Lehren war die vom Tartarus. Hierunter verstand Paracelsus nämlich die Ursache sehr vieler Krankheiten, z. B. die Verdickung von Säften, das Niederschlagen von Theilen, die in gesundem Zustande aufgelöst sind. Indessen hat die Bezeichnung Tartarus einen doppelten Sinn. Zunächst geht sie auf die Wirkungen des Uebels, welche den Qualen der Hölle (im Tartarus der Alten) zu vergleichen sind; zweitens aber mahnt sie auch an die Entstehung des Uebels, welche dem freiwilligen Niederfallen und Absetzen des Weinsieins (gleichfalls Tartarus) zu vergleichen ist.

Sedenfalls ist Paracelsus ein fruchtbarer Schriftsteller gewesen, wie aus den Werken, welche derselbe veröffentlicht hat, sich hinreichend ergibt. Uebrigens hat er die wenigsten seiner Schriften selbst herausgegeben; die meisten sind vielmehr erst nach seinem Tode durch seine Schüler zum Druck befördert, welche dann hie und da von einander abwichen, änderten, abkürzten, auch wohl von den ihrigen Zusätze machten, so daß dadurch die Menge von Widersprüchen vermehrt wurde. Einige der wichtigsten Schriften des Paracelsus, welche in die Chemie schlugen, sind folgende, von denen die ersten am meisten von den hier gemachten Mittheilungen enthalten: 1) Archidoxa; 2) De tinctura physicorum; 3) Thesaurus thesaurorum alchemistarum; 4) Manuale; 5) De occulta philosophia; 6) De secretis naturae mysteriis; 7) Aurora philosophorum; 8) Caelum philosophorum s. liber vexationum; 9) Pyrophilia vexationumque liber; 10) De metallorum transmutationibus et caementis; 11) De gradationibus; 12) De projectionibus; 13) Ratio extrahendi ex omnibus metallis mercurium; 14) Sulphur metallorum; 15) Crocus metallorum s. tinctura; 16) De praeparationibus mineralium et metallorum; 17) De spiritu planetarum; 18) Epist., in qua totius philosophiae adeptae methodus ostenditur; 19) De mercuriis metallorum; 20) De rerum transmutationibus; 21) De summis naturae mysteriis; 22) De meteoris, metrice, principiis, et astrologia; 23) De secretis creationis; 24) De natura rerum et hominis; 25) De mysteriis microcosmi; 26) De quinta essentia; 27) De arcanis; 28) De magisteriis; 29) De elixiriis; 30) De praeparatione spiritus vitrioli; 31) De coralliis; 32) De viribus magnetis; 33) De specificis; 34) De sale; 35) De vitriolis; 36) De arsenico; 37) De sulphure; 38) De separatione elementorum; 39) De renovatione; 40) De rerum resurrectione; 41) De mineralibus; 42) Anatomia viva Paracelsi; 43) De thermis; 44) Experimenta; 45) Philosophiae magnae tractatus aliquot; 46) De natura rerum; 47) Philosophia ad Athenienses; 48) De Philosophia de generatione et fructibus elementorum; 49) De meteoris; 50) De generatione metallorum et mineralium; 51) De aquis naturalibus; 52) De diversis operibus et secretis

naturae; 53) Philosophia sagax s. Astronomia magna; 54) De vini materia; 55) De tartaro; 56) De therebintina; 57) De melle u. s. w.

Ein Zeitgenosse des Paracelsus war Georg Agricola, (geb. 1494 in Glaucha bei Meissen), welcher sich um die Förderung der Chemie in hohem Grade verdient machte, wiewohl sein ganzes Streben einen Gegensatz zu dem des Gründers der chemisch-medicinischen Theorien bildete. Er verdient daher hier auch nur, der chronologischen Reihenfolge wegen, Erwähnung und Einschaltung; denn auf ihn paßt kaum eines der Merkmale, welche früher als für die Chemiker dieser Periode charakteristisch angegeben worden sind. Der Streitigkeiten, welche die Lehren des Paracelsus hervorriefen, wird daher weiter unten gedacht werden.

Agricola widmete sich der Medicin, studirte zu Leipzig und besuchte zu seiner weiteren Ausbildung auch italienische Universitäten. In sein Vaterland zurückgekehrt, begann er, durch den damals vorzüglich blühenden Zustand der Berg- und Hüttenwerke des Erzgebirges angeregt, neben der Ausübung der Heilkunde auch mit Mineralogie, Metallurgie und den damit verwandten Wissenschaften sich zu beschäftigen. Er ließ sich als Arzt zu Joachimsthal nieder, vertauschte aber diesen Aufenthaltsort bald mit Chemnitz. Er erwarb sich rasch bald so umfassende metallurgische Kenntnisse, daß er für verschiedene Operationen Verbesserungen anbrachte, wofür ihn der Kurfürst Moritz von Sachsen mit einem Gnadengehalt belohnte, wodurch er sich noch mehr in den Stand gesetzt sah, den Naturwissenschaften alle seine Kräfte bis zu seinem Tode, welcher 1555 erfolgte, zu widmen.

Agricola nahm, trotz seines ursprünglich ärztlichen Berufs, an den Bewegungen, welche durch Paracelsus unter der ärztlichen Welt veranlaßt wurden, durchaus keinen Antheil; seine hauptsächlichsten Leistungen beziehen sich vielmehr auf die Mineralogie und Hüttenkunde. Uebrigens war er in seinen jungen Jahren auch nicht ganz frei von den alchemistischen Ideen seiner Zeit, später aber nannte er sie Verirrungen. Seine chemischen Kenntnisse erhellen besonders aus seinem Hauptwerke: Libri XII de re metallica, in welchem eine Zusammenstellung alles dessen, was zu jener Zeit über die Gewinnung, Vereitung und das Probiren der Erze überhaupt bekannt war, sich findet. Er war es, der zuerst klare zusammenhängende Anleitung zur Gewinnung vieler Metalle lieferte. Auch beschrieb er die Zubereitung der Erze durch Rösten genau und gab Mittel an, den dabei aufsteigenden Schwefel zu gewinnen und ihn zu reinigen; er lehrte ferner die Darstellung des Kupfers, das Ausjaigern des Silbers aus Kupfer und Eisen, vermittelst Blei's, die Gewinnung des Quecksilbers, Spießglaues und Wismuths. — Was andere chemische Präparate betrifft, so handelt er vorzüglich Kochsalz, Salpeter, Alaun und gemeinen Vitriol ab; im Wesentlichen verbreitet er sich aber vorzugsweise über das Probiren der Erze und die Bestimmung der edlen Metalle, welche er meistens auf trockenem Wege auszuführen suchte.

Zur Bestimmung der edlen Metalle wandte er das Cupelliren mit Blei, zur Trennung des Goldes vom Silber die Behandlung mit Schwefel oder mit Schwefelantimon oder mit Cementen an, auch die Scheidung durch die Quart,

wozu er das Scheidewasser nach mancherlei Vorschriften bereiten lehrte. Ganz besonders genau hat er auch die zum Prüfen der Erze erforderlichen Geräthschaften, z. B. die Muffeln, Tiegel, Aschenzellen beschrieben, auch theilte er über Schmelzöfen und die Art, sie zu errichten, Vieles mit.

Die Aufklärung, welche er über die Chemie der Metalle gab, die Vorarbeit, welche als Lehrmeisterin der allgemeinen analytischen Chemie später diente, wurden indessen erst später gewürdigt, als die Chemie zu einem selbstständigen Zweige der Naturwissenschaften sich erhob.

Außer den libri XII de re metallica sind hier noch von seinen Schriften zu erwähnen: „De natura fossilium, libri X;“ ferner: „De veteribus et novis metallis“; sodann: „De ortu et causis subterraneorum“; sie erschienen sämtlich in dem Jahre 1546; obgleich hauptsächlich mineralogischen Inhalts, gewähren sie doch auch manches Interesse für die Chemie. Uebrigens steht Agricola in Beziehung zur allgemeinen Richtung, welche die Chemie in diesem Zeitalter befolgte, vereinzelt da, aber dennoch waren seine Verdienste um die Chemie zu bedeutend, als daß er, als ein so ganz vorzüglicher Förderer dieser Wissenschaft, hier hätte übersehen werden dürfen. Es war Pflicht, ihm diese Zeilen zu widmen, wiewohl jetzt eben so sehr, zu den Nachfolgern des Paracelsus zurückzukehren.

Einer der heftigsten und gelehrtesten Gegner, welche Paracelsus hatte, war *Erastus*, ein geborener Schweizer, gewöhnlich *Lieber* genannt, welcher als Lehrer der Heilkunde zuerst in Heidelberg, dann zu Basel fungirte. Ein anderer Gelehrter, welcher mehr als Philosoph*) gegen Paracelsus auftrat, war der von Alost in Flandern stammende *Heinrich Smets a Peda*, Lehrer der Arzneiwissenschaft zu Heidelberg und churpfälzischer Leibarzt, welcher 1614 starb. Ferner erklärte sich auch *Bruno Seidel*, zur Zeit Arzt in Quedfurt, gegen Paracelsus und dessen Lehre und besonders gegen die Behauptung des Paracelsus, daß er viele für unheilbar gehaltene Krankheiten geheilt habe.

Am meisten erhoben sich gegen die damalige sogenannte Chemie und hauptsächlich gegen ihren Mißbrauch die französischen Aerzte *J. Riolan* von Amiens, *Tuffan Ducret* von Cavaillon, *J. J. Aubert* von Vendome, *Germ. Courtin*, *A. Penot*, *du Gault*, *J. Dovhnet* und *Georg Vertin* aus Champagne u.; aber seine Schüler und Freunde, namentlich *Huser Ad.* von Bodenstein, *G. Dorn*, *M. Torites* und *Valentin Antropassus Siloran* vertheidigten ihren Lehrer theils in den Ausgaben der von ihm hinterlassenen Schriften, theils in eigenen Werken. Denn es war so weit getrieben, daß durch jene Angriffe die Lehren des Paracelsus zu Boden geschlagen worden wären, wogegen nun sowohl seine theosophischen und astrologischen Schwärmereien, als auch seine Meinungen in der Chemie und Heilkunde immer weiter sich verbreiteten und unter allen Ständen, in allen Ländern Beifall und Anhänger fanden.

*) *Miscellanea medica cum Th. Erasto, H. Brucaco, Levino Batto, I. Weyero, H. Weyero communicata. Francof. 1611.*

Sehr bald traten Schriftsteller in Menge auf, welche bald als echte Anhänger des Paracelsus, bald ohne ihn gerade zum Führer zu haben, bald ohne Namen, bald unter einem falschen, bald unter ihrem wahren Namen, die gleiche oder ähnliche Lehren predigten und anderen Wissenschaften aufzudringen suchten, von denen aber ein großer Theil seine Weisheit auf weiten Reisen sammelte. Vorzugsweise waren es deutsche Schriftsteller, welche dazu beitrugen, seine theosophischen, alchemistischen und anderen Lehren weiter zu verbreiten; besonders war einer seiner eifrigsten Anhänger G. Dorn, ferner A. Ellinger, öffentlicher Lehrer der Heilkunde, zuerst zu Leipzig, dann zu Jena, ferner Georg Fedro (Phädro) von Rodach, sowohl in seinen *opusculis jatrochemicis quatuor*, als in seinen übrigen Schriften; ferner Barth, Carrichter von Neckingen, Leibarzt des Kaisers Maximilian, hauptsächlich in seiner „*Practica*“ und in seinem Buche von der Sympathie und Antipathie der Kräuter; sodann F. R. Raicus in seinem „*Tractatus de podagra medico-kimico*“. Am meisten Aufsehen unter den Verkündigern der Paracelsi'schen Lehren in Deutschland machte indeffen Leonhard Thurneyser, genannt zum Thurn, aus Basel, welcher, der Sohn eines dortigen Goldschmieds, geboren 1530, des Vaters Gewerbe erlernte und 1548 durch einen Betrug, den er einem Israeliten spielte, indem er ihm mit Gold überzogenes Blei für reines Gold versetzte, sich zu entfernen genöthigt war; er wanderte nach England und von da durch Frankreich nach Deutschland, ließ sich 1552 als Schütze unter dem Regiment des Grafen Christoph von Oldenburg und unter dem Heer des Markgrafen von Brandenburg anwerben, wurde aber 1553 gefangen, verfügte sich nun, nachdem er die Kriegsdienste verlassen hatte, in die deutschen und nordischen Berg- und Hüttenwerke und kam von diesen etwa 1555 nach Nürnberg, Straßburg und Kostniz zurück, wo er wieder eine Zeitlang als Goldschmied arbeitete und durch seinen Fleiß viel erwarb. Es hatte derselbe indeffen, in Folge seiner Erfahrung und Kenntnisse im Berg- und Hüttenfach, sich einen solchen Ruf erworben, daß die Oberrwaldische Gewerkschaft in Tyrol ihm die Aufsicht über ihren und anderer Privatpersonen Bergbau übertrug. Er zog daher 1558 nach Tarenz, im oberen Innthale, und richtete dort Bergwerke auf seine Rechnung ein, legte eine Schmelz- und Schwefelhütte an, welche den Beifall mehrer ihn besuchenden Gelehrten erntete, sowie auch ihm das Zutrauen des Grafen Ladislaus von Hag erwarb, so daß dieser ihm die Aufsicht über die Bergwerke seiner Grafschaft übertrug. Selbst die Gnade des kaiserlichen Prinzen Erzherzog Ferdinand gewann er so sehr, daß ihn dieser 1560 nach Schottland und den arkadischen Inseln, im Jahre 1561 nach Spanien und Portugal reisen ließ, von wo aus er die Küsten der Barbarei, Aethiopien, Egypten, Arabien, Syrien und das gelobte Land besuchte und über Randien, Griechenland, Italien und Ungarn 1565 nach Tyrol zurückkam, 1567 in dem Auftrage des Erzherzogs noch einmal die ungarischen und böhmischen Bergwerke besuchte und bis 1570 in dessen Diensten blieb. Die Herausgabe seiner Schriften, welche mit aller möglichen schönen Ausstattung geschehen sollte, veranlaßte ihn schon 1569 zu einer Reise

nach Niederdeutschland, wo damals einige seiner Schüler, Dürer's, Luf. Kranach's und Luf. v. Leyden's als Formschneider sich aufhielten.

Thurneyser wurde alsdann von dem Kurfürsten Johann Georg von Brandenburg, welcher große Hoffnungen auf den Bergbau setzte und die glückliche Cur, welche Thurneyser an seiner Frau ausgeübt hatte, würdigte, als Leibarzt mit nach Berlin genommen. Thurneyser wußte dort ein großes Haus zu machen und stand mit Fürsten und Männern aus allen Ständen in Verbindung, wußte sich den Anstrich einer tiefen Gelehrsamkeit zu geben und hatte sich durch mannichfaltige Betriebsamkeit ein großes Vermögen erworben, sank aber durch Betrug und Treulosigkeit Anderer und eigenen Leichtsinns, häuslichen Kummer, durch Vorstellungen anderer Gelehrten, die ihn für einen Charlatan und Zauberer erklärten, so sehr, daß er 1584 von Berlin entfliehen mußte.

Thurneyser hatte indessen mit Paracelsus, den er auch über alle anderen Menschen erhebt, seine theosophischen, astrologischen, alchemistischen Grundsätze gemein, rühmte, wie er, chemische Arzneien, Goldtincturen und andere aus Gold bereitete Arzneien, arbeitete selbst unaufhörlich zu Berlin in einem eigenen Laboratorio, außer welchem er noch ein anderes der Kurfürstin zugehöriges zu Halle unter seiner Aufsicht hatte, sowie noch nachher, in seinem Elende und auf seiner unständigen Wanderschaft, an einem großen Werke, unterrichtete und hatte sich, wie er, auf seinen vielen Reisen, manche Erfahrung erworben. Salz, Schwefel und Quecksilber oder Erde, Luft und Wasser sind auch nach ihm die Urstoffe aller übrigen Körper. Salz verglich er mit dem Körper, Schwefel mit dem Geiste und Quecksilber mit der Seele.

Seine Harnprobe *) bestand theils darin, daß er den Harn, wenn er einige Zeit digerirt worden war, umschüttelte und wog, und, je nach der Schwere oder Leichtigkeit die Leiden der Menschheit beurtheilte; theils prüfte er den Harn auf die Weise, daß er ihn destillirte und an der Vorlage eine Röhre befestigen ließ, welche er mit einer Scala versah, deren Grade mit den einzelnen Theilen des Leibes übereinstimmten; er schloß nun von den Erscheinungen im destillirten Harn auf den Zustand der einzelnen Theile des Leibes.

Unter seinen Schriften, welche sich auf Chemie beziehen, sind folgende zu erwähnen: Archidoxa, in welcher sowohl Astronomie, als auch Mineralogie, Heilkunde und Gewerbe behandelt worden waren; Quinta essentia, in welcher Theologie, Astronomie, Chemie, Heilkunde u. s. w. sich vertreten fanden; Praeoccupatio, welche von den Künsten der Medicina und Alchemia handelte; Historia seu descriptio plantarum, omnium tam domesticarum quam exoticarum; De transmutatione veneris in solem.

In Dänemark hatte Paracelsus an Pet. Severin, aus Jütland, Leibarzt des Königs Friedrich II., einen eifrigen Anhänger, welcher, da er die Schulen der Ärzte

*) Προκατάληψις oder Praeoccupatio, durch zwölf verschiedentliche Tractate gemachter Harnproben.

in Frankreich und Italien besucht hatte, sein System mehr zu verfeinern trachtete. Ein großer Märtyrer für die Lehren von Paracelsus war Bernhard Georg Benot in Guienne; denn er hatte nicht nur, was er noch am Ende seines Lebens bereute, mit Verlust seines ganzen Vermögens den Stein der Weisen, sondern auch eine Universalarznei vergebens gesucht.

Einer der bedeutendsten Vertheidiger und Erläuterer der Lehren des Paracelsus war Joseph Du Chesne, mehr bekannt unter dem Namen Quercitanus, geboren 1521 zu Armagnac in der Gascogne, auf deutschen Universitäten gebildet, gestorben zu Paris 1609, welcher als Leibarzt des Königs Heinrich IV. es wagte, einer anderen Ansicht als der der Facultät zu Paris beizustimmen. Er versuchte alle Aussprüche des Paracelsus zu rechtfertigen und glich dem Paracelsus in mancher Beziehung außerordentlich, indem er sich große Prahlereien zu Schulden kommen ließ und dadurch sich viele Feinde zuzog. Er nahm mit Paracelsus drei Urstoffe der Körper, aber eigene Samen der Krankheiten an; mit Paracelsus hielt er auch sehr viel von den Signaturen der Körper und von den Mitteln aus Spiesglanz und Gold, so überhaupt von den chemischen, wenn er gleich die sog. Galen'schen mit jenen aufführt. Er war es, welcher zuerst die bis dahin nur hin und wieder vermuthungsweise ausgesprochene Idee allgemeiner verbreitete, daß die Asche von Pflanzen noch den Keim der vermischten Substanz in sich enthalte, und daß sich durch chemische Kunstgriffe aus jeder Asche wieder die Pflanze erzeugen lasse, von welcher jene gewonnen worden sei. Jene chemischen Kunstgriffe nannte er Palingenesie. Quercitanus hatte vermöge seiner Stellung bei Hofe amtliche Verfolgungen nicht zu befürchten, auch schadeten die Angriffe anderer französischer Aerzte gegen ihn, sowie das Paracelsische System ihm wenig. Seine Schriften haben für die Chemie geringe Bedeutung; es mögen jedoch einige derselben erwähnt werden: *De arthride et morbo ei adfini calculo; de nephritide; Pharmacopoea dogmaticorum restituta pretiosis selectisque hermeticorum flosculis illustrata etc.*

Ein anderer Vertheidiger des Paracelsischen Systems, Theodor Turquet de Mayerne, welcher zu Genf im Jahre 1573 geboren wurde, zu Montpellier in Paris studirte, zeichnete sich bald als Arzt so aus, daß ihn sogar der König von Frankreich mit seinem Zutrauen beehrte. Turquet war ein ausgezeichneteter Chemiker seiner Zeit, welchem die Wissenschaft verschiedene wesentliche Entdeckungen verdankt. Er war z. B. der Erste, welcher die Entzündlichkeit des aus Eisen und verdünnter Schwefelsäure sich entwickelnden Gases beobachtete, welcher zuerst die Sublimation der Benzöblumen lehrte. Mehre andere Beobachtungen rühren ebenfalls von ihm her, besonders aber war er für die Einführung chemischer Präparate als Arzneien thätig, obgleich er damit keineswegs alle früher angewandten sogenannten Galen'schen Heilmittel verwarf und keinen Anstand nahm, die untersagten Spiesglanzarzneien anzuwenden, überhaupt seine Neigung für die Lehren des Paracelsus offen darzulegen. Turquet trug namentlich viel dazu bei, daß das medicinisch-chemische System eine neue Beachtung erntete, obgleich am meisten noch

immer von Deutschland aus, wo hauptsächlich Anhänger des Paracelsus sich hören ließen, dafür gethan wurde.

Als ein Mann, welcher sich besonders hervorthat, ist der berühmte anhaltische Leibarzt Oswald Croll, aus Hessen, aufzuführen, welcher die Paracelsi'schen Lehren mit außerordentlicher Verehrung vertheidigte. Dieser Mann hat verschiedene Schriften herausgegeben und bei der großen Geschicklichkeit, welche er in der Bereitung chemischer Arzneien hatte, hat er die erste genaue Nachricht über ihre Bereitungsart geliefert; er kannte schon das Chlor Silber sehr gut, auch war ihm das Knallgold und dessen außerordentliche Kraft bekannt und er erdachte ein eigenes zusammengesetztes Arzneimittel, welches er, wegen seiner Härte, Stein nannte und welches den späteren Wundärzten unter dem Namen: *Lapis medicamentosus efficax* bekannt war. Er gab in seiner „*Basilica chymica*“ im Jahre 1608 einen Inbegriff der Paracelsi'schen Lehren und vertheidigte sie mit angemessener Verehrung für ihren Urheber. Seine Unterstützung derselben hatte um so mehr Gewicht, wegen der oben erwähnten Kenntniß von der Bereitung der wirksamen Arzneimittel. Eben so wie Oswald Croll wirkte Adrian von Mynsicht, Leibarzt des Herzogs von Mecklenburg, in derselben Richtung; er hob besonders die chemischen Mittel hervor, ohne jedoch allen Galen'schen Mitteln durchweg die Wirksamkeit abzusprechen. Neben vielen Mitteln, welche die von ihm angegebene weitläufige Zubereitung nicht werth sind, finden sich auch solche, welche ihren Ruf noch stets behaupten; hierzu gehört namentlich der von ihm zuerst bereitete Brechweinstein, dessen Präparation in seinem Werke *Thesaurus et armamentarium medico-chymicum* sich beschrieben findet.

Besonders hervorragend in der wahren Würdigung der Chemie war Andreas Libavius, zu Halle geboren. Derselbe studirte Medicin und Chemie, ließ sich zuerst in seiner Vaterstadt als Arzt nieder, ging aber bald wieder nach Jena, wo er hauptsächlich der Geschichte und dem Sprachstudium sich widmete. Später fungirte er als Lehrer an dem Gymnasium zu Rothenburg an der Tauber, und zuletzt an dem zu Coburg, wo er als Director dieser Anstalt im Jahre 1616 starb. Uebrigens behielt er bei seinem Beruf stets die Medicin und Chemie im Auge und widmete sich beiden Disciplinen mit außerordentlichem Eifer. Libavius war, trotz seiner gründlichen Bildung, nicht frei von allen Vorurtheilen seiner Zeit; denn er glaubte fest an die Möglichkeit einer Metallverwandlung und namentlich an die Veredelung der gemeinen Metalle in Gold, eben so an die Wirksamkeit des trinkbaren Goldes. Im Allgemeinen wußte er jedoch recht wohl, durch seine gründlichen ärztlichen Kenntnisse unterstützt, zu unterscheiden, in wie weit die Chemie in die Medicin gehört, in welcher Weise die erstere Wissenschaft die letztere fördern kann und welche Anwendungen davon als falsch zurückgewiesen werden müssen; er erhob sich mit Lebhaftigkeit gegen eine bilderreiche, mystische Sprache, welche in allen Schriften der Paracelsi'schen Schule herrschte. Er war sehr bescheiden, so daß er wohl zugestand, einen großen Theil seiner Werke, wie es auch ihre Natur und Bestimmung mit sich brachte, von Anderen entlehnt zu haben; aber es sind in denselben auch eigene Bemerkungen vorhanden. Er kannte schon die Wirkung der

Schwefeldämpfe auf Bleikalk, die Verunreinigung des Zinnober's durch Arsenik und Bleikalk, den Gebrauch des Goldes und seiner Kalte, um dem Glase eine rothe Farbe mitzutheilen; eben so Rubin, Topas, Hyacinth durch Kunst nachzuahmen, den Flußspath als Mittel zu benutzen, den Fluß der Metalle zu erleichtern.

Die Besorgniß, daß laugenhafte Flüsse einen Theil des Metalles verschlucken, die er durch Zusatz von Eisenfeile zu heben sucht, den Kunstgriff, die Säure aus Schwefel durch einen Zusatz von Salpeter zu gewinnen, die wie Del aussehende Lösung des Kamphers in Salpetersäure, einen Branntwein aus Wacholder- und anderen Beeren, sowie damals auch ein solcher aus Hefe, Meth, Bier, Weinstrestern, Kirschen, Epheu und Lorbeeren bekannt war; die Anwendung des Rückstandes vom Uebertreiben des Kornbranntweins auf Essig, den fast beständigen Silbergehalt des Blei's, die eigene Beschaffenheit der durch Destillation mit ätzendem Quedsilbersublimat zu erhaltenden rauchenden Auflösung des Zinns in die sogen. Rochsalzsäure*) (Doppelt-Chlorzinn), die als seine Erfindung noch nach ihm bis in die neueste Zeit als Spiritus fumans Libavii benannt worden ist, die schlagenden Wetter, die Prüfung der Gesundbrunnen durch Uebertreiben oder Abdampfen der Feuchtigkeiten und nähere Untersuchung des Rückstandes oder auch durch Aufschließen der darin befindlichen Salze, waren chemische Gegenstände, welche dem Libavius zur Kenntniß kamen.

Seine Kenntniß in der Analyse beschränkte sich hauptsächlich auf das Probiren der Erze, wofür er fast allein Vorschriften auf trockenem Wege gab; er verstand sogar schon in den verschiedenen Bleisorten einen Silbergehalt nachzuweisen und schrieb auch sogar über die Prüfung des Mineralwassers, obgleich seine Vorschriften diesen Gegenstand nicht sehr förderten. Namentlich hat er sich aber dadurch Verdienste erworben, daß er zuerst die chemischen Beobachtungen zusammentrug und ein Lehrbuch der Chemie bearbeitete, in welchem Ordnung und Deutlichkeit herrschte. Dasselbe erschien unter dem Titel: „*Alchemia collecta accurate explicata et in integrum corpus redacta*“ zuerst im Jahre 1595; es wurde wieder aufgelegt und galt lange als das ausgezeichnetste chemische Werk. Die übrigen Schriften wurden zwischen 1613 und 1615 in 3 Bänden unter dem Titel: *Opera omnia medico-chemica*, herausgegeben, und es ist davon besonders eine *Praxis alchemiae*; *Ars probandi mineralia*, welche letztere im Jahre 1597 veröffentlicht wurde, sodann *De judicio aquarum mineralium* in demselben Jahre erschienen.

In ähnlicher Weise, wie Libavius, beurtheilte ein anderer Arzt aus dem ersten Viertel des 17. Jahrhunderts, Angelus Sala, den Werth der Paracelsi'schen Lehren und das Verhältniß der Chemie zur Medicin. Uebrigens fehlen über Sala's Biographie genaue Nachrichten. Derselbe war zu Vicenza geboren und verließ, abweichender Religionsmeinungen wegen, sein Vaterland, ließ sich dann zuerst in Zürich nieder, wo er als praktischer Arzt lebte und hiernach in Haag. Von da wandte er sich nach Hamburg, wo er als Leibarzt des Grafen von Olden-

*) Das Chlor wurde (s. w. u.) erst sehr viel später erkannt! —

burg einige Zeit lang lebte, erhielt aber sehr bald einen Ruf von Seiten des Herzogs von Mecklenburg, welcher ihn im Jahre 1625 zu seinem Leibarzt ernannte, in Folge dessen er 1639 noch zu Güstrow lebte. — Seine literarischen Leistungen fallen hauptsächlich in die Jahre zwischen 1610 und 1630.

Er tadelte eben so sehr den Enthusiasmus der Aerzte aus der Paracelsi'schen Schule, als auch die Selbstgenügsamkeit der Aerzte aus der Galen'schen und arabischen Schule, welche nur Autoritäten respectirten. Er eiferte ferner gegen eine Universalarznei und verhöhnte diejenigen, welche dem Golde in flüssigem Zustande eine Heilkraft zuschrieben. Uebrigens konnte er in mehreren Stücken von Paracelsus' Ansichten sich nicht losreißen. Er legte z. B. einen sehr großen Werth auf die chemischen Heilmittel, besonders auf die quecksilber- und antimonhaltigen, bei deren letzterer Anwendung er indessen Vorsicht anbefahl; auch gab er für die Arzneibereitungen mancherlei Anleitungen, wobei er die Wahl der Gefäße und die vorkommenden Verfälschungen mehr berücksichtigte, als es früher geschehen war. Angelus Sala besaß überhaupt seltene chemische Kenntnisse und konnte sich Rechenschaft über manche Erscheinungen geben, welche den meisten seiner Zeitgenossen unerklärlich schienen, oder von ihnen falsch ausgelegt wurden; so war ihm z. B. schon bekannt, daß Schwefelsäure aus dem Salpeter die Salpetersäure austreibt; er war es ferner, welcher zuerst chemische Untersuchungen anstellte, um die Zusammensetzung zu erforschen und die Mittel zu entdecken, welche für die Herstellung derselben erforderlich seien. So erkannte er z. B. die Bestandtheile des Salmiaks und sprach zuerst genauer von den Eigenschaften des flüchtigen Laugensalzes und zeigte, daß nie Knallgold entsteht, wenn man eine Lösung von Gold in reinem Königswasser mit Kali fällt, sondern nur, wenn das Königswasser aus Salpetersäure mit Salmiak bereitet ist. — Seine sämmtlichen Zeitgenossen sahen die Fällung des Kupfers aus einer Lösung von blauem Vitriol durch Eisen als einen Beweis der Metallverwandlung an; Sala suchte dagegen zu zeigen, daß das Kupfer schon in dem Vitriol enthalten ist und von einer Verwandlung nicht die Rede sein kann. Er zog ferner den Schluß aus der Zersetzung, welche der Sublimat durch Weinstein Salz erleidet, daß letzteres ein Gegengift gegen ersteren sein müsse und empfahl es als solches. Auch hat er zuerst der ausgezeichneten chemischen Wirksamkeit des versüßten Sublimats oder Quecksilberchlorürs gedacht.

So wie gegenwärtig die Fortschritte der Wissenschaft von Tage zu Tage sich mehren, so war auch damals bei den stattfindenden Bestrebungen die Aufgabe, immer weiter zu forschen; die Folgen hiervon aber waren auch, daß immer neue Männer auftauchten, welche progressiv eine größere Bedeutsamkeit für die Wissenschaft an den Tag legten. So tauchte denn auch zur Zeit ein Mann auf, welcher den Libavius und Sala bei weitem überstrahlte; es war Johann Baptist van Helmont, geboren 1577 zu Brüssel, welcher zunächst in Löwen bis zu seinem 17. Jahre den gewöhnlichen philosophischen Cursus durchmachte, aber den Grad eines Magisters liberalium artium anzunehmen für verwerflich hielt. Er neigte sich den Jesuiten zu, welche damals in Löwen ein Collegium hatten und be-

schäftigte sich hier vorzugsweise mit mystischer Philosophie und selbst mit Magie. Später widmete er sich der Theologie, und die lebhafteste Einbildungskraft, welche ihn von Jugend auf beseelt hat, bestärkte ihn in seiner Ansicht, daß Alles, was aus Ruhmsucht und zu eignem Verdienst unternommen sei, als eitel betrachtet werden müsse. Er entschloß sich, alle Vortheile, welche ihm seine Geburt zugesichert hatte, aufzugeben, entsagte sogar zu Gunsten seiner Schwestern seinen bedeutenden Gütern und nahm sich vor, sein ganzes Leben nur der Ausübung der Wohlthätigkeit und sonstigen guten Werken zu widmen. Um sich nun desto nützlicher machen zu können, entschloß er sich, Heilkunde zu studiren; er verehrte sehr den Paracelsus, hatte aber vor ihm eine gründliche wissenschaftliche Bildung voraus, sowie auch eine genaue Bekanntschaft mit dem System, dessen Unzulänglichkeit nachgewiesen werden sollte. Er war freilich in gewisser Hinsicht noch mehr Enthusiast, als Paracelsus und er glaubte der einzige Arzt zu sein, welcher von Gott zu diesem Geschäft bestimmt sei und nach höheren Eingebungen die Heilkunde in einen besseren Zustand bringen könnte. — Seine Werke sind im Allgemeinen mit großer Klarheit geschrieben, obgleich die Geheimnißkrämerei seiner Vorgänger hier und da durchblickt.

Was die Grundstoffe der Körper betrifft, so war van Helmont anderer Meinung, als seine sämtlichen Vorgänger; er verwarf die angenommenen Elemente Feuer, Wasser, Luft und Erde; einmal weil Aristoteles kein Christ war und seine Ansicht deshalb kein Zutrauen verdiene, sodann, weil er das Feuer als keine Substanz anerkannte. Ferner eiferte van Helmont auch gegen die drei Urstoffe der Alchemisten: Schwefel, Salz und Quecksilber und besonders dagegen, daß diese drei Stoffe auch in dem thierischen Körper als Elementarbestandtheile vorhanden seien. Dagegen hielt er das Wasser für einen Hauptbestandtheil aller Dinge; aus Wasser bilden sich nach ihm alle Bestandtheile der Vegetabilien, ihre verbrennlichen Theile, wie auch die in ihnen enthaltenen erdigen oder die Asche. Er hat sogar zu diesem Zweck Versuche angestellt, indem er in einen Topf eine abgewogene, scharf getrocknete 200 Pfund wiegende Portion Erde gab, und in dieselbe einen 5 Pfd. wiegenden Weidenzweig hineinpflanzte. Der Topf wurde durch einen Deckel möglichst vor Staub geschützt und täglich mit Regenwasser begossen. Nach 5 Jahren wurde der Versuch beendet und gefunden, daß die Weide um 164 Pfund, dem Gewichte nach, zugenommen hatte, obgleich die Erde im Topf, wieder getrocknet, fast genau das ursprüngliche Gewicht zeigte. Hiernach glaubte van Helmont, daß in alle Gewächse nur das Wasser als Bestandtheil eingehe und in denselben auch die unorganischen Substanzen bilde; d. h. seiner Meinung nach, kann sich das Wasser in Erde verwandeln. In ähnlicher Weise suchte er zu beweisen, daß das Wasser auch alleiniger Bestandtheil des thierischen Organismus sei. Helmont war der Erste, welcher den Namen „Gase“ einführte und mit ihm beginnen die ersten Kenntnisse über dieselben; zwar wußte man schon früher, daß es luftähnliche Stoffe gäbe, welche in ihren Eigenschaften von der gewöhnlichen Luft abweichen, aber Helmont zeigte, wie man solche natürlich vor-

kommende Luftarten auch durch Kunst darstellen und so auf ihre Entstehung im Großen schließen kann. Mit dem Namen „Gas“ bezeichnete er nämlich alle Luftarten, welche mit der atmosphärischen Luft keine Uebereinstimmung zeigten, indem er diese nicht als Gas betrachtete. Als Unterschied zwischen den Gasen und Dämpfen führte er an, daß die ersteren durch Abkühlung nicht in den tropfbarflüssigen Zustand übergehen, da er die Mittel nicht kannte, die gebildeten Gase für sich aufzufangen und noch weniger versuchte, die Einwirkung der Gase auf andere Körper in chemischer Beziehung zu studiren. — Die Kohlensäure bezeichnete er als *gas sylvestre*, seltener als *gas carboneum*, welches sich nach ihm bei der Gährung von Wein und Bier und beim Verbrennen von Kohlen bildet; er erkannte dasselbe in den Säuerlingen, namentlich in dem Mineralwasser von Spaa; ihm war auch bekannt, daß das Gas, welches sich durch Aufstoßen aus dem Magen entwickelt, Kohlensäure ist und er nennt dasselbe mitunter *gas ventosum*. Er wußte ferner, daß dieses Gas in unterirdischen Höhlen sich vorfindet, daß dieses Gas aus Kalksteinen mit Essig und aus Weinsteinalz mit Schwefelsäure dargestellt werden kann, daß dasselbe Lichter auslöscht und Thiere dadurch ersticht werden. Seine sämmtlichen Kenntnisse und Resultate, welche er erzielt hatte, sprechen dafür, daß er ein guter Beobachter war; er verstand es, aus Kieselsäure und Alkali Glas zusammenzuschmelzen, welches an einem feuchten Ort zerfließt, sowie auch aus dessen Auflösung die Kieselsäure durch Zusatz von Säure unverändert wieder abzuschcheiden u. s. w. Selbst auch um die theoretische Chemie machte er sich verdient; so stellte er z. B. den Grundsatz auf und suchte ihn mit Thatfachen zu belegen, daß ein Stoff in alle möglichen Verbindungen eingehen kann, ohne dadurch seine eigenthümliche Natur zu verlieren und daß er daraus mit allen seinen früheren Eigenschaften wieder abgeschieden werden könne. Er trug ferner viel dazu bei, der richtigeren Ansicht Eingang zu verschaffen, daß kein Metall aus einer Auflösung ausgeschieden werden könne; aber dennoch war er von den Irrthümern der Alchemie nicht frei. Van Helmont suchte, obgleich von jeher der Metallglanz für Metalle als charakteristisch aufgeführt worden ist, diesen Charakter besonders hervorzuheben; er suchte ferner zu beweisen, daß dieses Merkmal für die Metalle specifisch charakteristisch sei, sobald dieselben im regulinischen Zustande sich befinden und daß bei jeder chemischen Veränderung des Metalls, durch Verbinden mit Schwefel, oder Verwandeln in salzartige Verbindungen der Metallglanz verloren geht und daß die einzigen Verbindungen, wo er bleibt, die der Metalle unter sich sind. Van Helmont ist besonders deshalb zu schätzen, weil er schon zu seiner Zeit die chemischen Kenntnisse auf Physiologie, Pathologie und Therapie anwandte. Van Helmont sah wohl ein, daß mit der Annahme von Elementen, denen man willkürliche Eigenschaften beilegen kann, für die Erklärung der Lebensfunctionen nichts erreicht wird, und er suchte sie auch mit dem medicinisch-chemischen System nicht in Verbindung zu bringen; dagegen bestrebte er sich, die chemischen Kenntnisse der Flüssigkeiten im thierischen Körper genau zu studiren, wiewohl er die Elementarzusammensetzung durchaus nicht berücksichtigte. Die chemi-

sehen Eigenschaften, welche man damals für ausschließlich wichtig hielt, waren saure und alkalische Reaction. Gährung ist, nach seiner Ansicht, die Ursache der Entstehung organischer Wesen aus ähnlichen schon vorhandenen, die Ursache der Fortpflanzung und Entwicklung; durch sie geht die Bildung der zur Ernährung dienlichen Säfte aus dem Blute vor sich. Als Mittel, eine solche Gährung, behufs der Verdauung, einzuleiten, ist im Magen Säure vorhanden. Diese Gährung wird weiter angeregt und durch die thierische Wärme unterstützt, wiewohl die Wärme dabei nicht das wesentlichste Bedingniß ist, denn bei Fiebern, welche in heftigem Grade auftreten, hat die erhöhte Hitze keinesweges eine raschere und vollständigere Verdauung zur Folge. Die Säure, welche im Magen zuerst die Verdauung der Speisen einleitet, fehlt auch im gesunden Zustande nicht; ihr Uebertreten in die übrigen Organe wird dadurch gehindert, daß, bei der weiteren Circulation der verdauenden Stoffe, die sauren Eigenschaften durch die Alkalität der Galle, welche im Zwölffingerdarm hinzutritt, neutralisirt wird. Die Säure kann, nach ihm, nur im kranken Zustande im Magen vorherrschen, so daß ihre Neutralisation durch die Galle nicht mehr möglich ist. Ferner betrachtete Helmont die Verdauung nicht ausschließlich als einen chemischen Proceß, sondern er war der Ansicht, daß es auch im Menschen einen besondern geistigen Regenten gebe, welchen man *Archeus* nannte. Er trug übrigens viel dazu bei, die Chemie mit der Heilkunde zu vereinigen und immer inniger werden zu lassen, indem er, als anerkannt geschickter Arzt, auch die Aufmerksamkeit der Mediciner auf die Verbindung des chemischen Studiums mit dem medicinischen zog, welche es bisher kaum der Mühe werth gehalten hatten; er ließ viele Kräfte, die sich zunächst der Erweiterung der medicinischen Kenntniß widmeten, auch für die Ausbildung der chemischen thätig werden. — Von den Schriften des Helmont sind während seiner Lebenszeit nur sehr wenige erschienen; sein Sohn veröffentlichte dieselben im Jahre 1648 vollständig unter dem Titel: „*Ortus medicinae vel Opera et Opuscula omnia.*“

Seinen Ansichten wurde in den Niederlanden und Deutschland sehr gehuldigt, dagegen hielt es hervorragenden Ärzten schwer, denselben in Frankreich und Spanien ein Feld zu erobern.

Die Beachtung der Ärzte, welche sie dem medicinisch-chemischen System zuwendeten, wurde immer größer, und eben so wuchs auch die Anzahl Derer, welche, wenn sie auch nicht unbedingt beitraten, das Gute herauszufinden wußten. Es dürfen daher auch solche Männer nicht unbeachtet bleiben, welche die Chemie, hinsichtlich ihres Einflusses auf die Medicin, förderten, und unter diesen ist namentlich Daniel Sennert aufzuführen, welcher im Jahre 1572 geboren wurde, zu Wittenberg, Leipzig, Jena und Frankfurt a. O. studirte, 1602 Professor der Medicin zu Wittenberg wurde und im Jahre 1637 starb. — Wenige seiner Zeitgenossen haben sich so viele Mühe gegeben und waren so durch den Ruf großer Gelehrsamkeit dabei unterstützt, den chemischen Arzneien Eingang zu verschaffen, ihre wahren Vorzüge hervorzuheben und die ihnen fälschlich zugeschriebenen zu widerlegen.

Ungefähr gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts tauchte ein Mann auf, welcher

große Aufmerksamkeit verdiente. Derselbe hieß Johann Rudolf Glauber und war im Jahre 1604 zu Karlstadt in Franken geboren, lebte bald hier und da in Deutschland und hielt sich namentlich längere Zeit zu Salzburg, Ritzingen, Frankfurt a. M. und endlich in Köln auf; von Köln zog er nach Holland, wo er im Jahre 1668 das Zeitliche segnete.

Glauber besaß ein sehr scharfes Beobachtungstalent, wiewohl Geheimnißkrämerei, übertriebene Anpreisung seiner Entdeckungen, eitles Selbstlob, mancherlei Widersprüche in seinen Schriften sich nicht selten vorfinden. Er huldigte der Alchemie in ihrer ganzen Ausdehnung, wiewohl er selbst nicht sehr thätig an dem Stein der Weisen gewesen zu sein scheint. Er bekennt oft, daß es ihm noch nicht gelungen sei, die Veredlung der Metalle zu bewirken, und an einer anderen Stelle sagt er, daß er nur die Möglichkeit der Metallverwandlung zu beweisen suche, aber sich nicht darum kummere, sie zu bewirken. Er glaubte an die Existenz eines allgemeinen Auflösungsmittels, des Alkahests, und rühmt dessen Heilkraft in allen Krankheiten, redet aber nicht von der Darstellungsart. Glauber machte ferner in der chemischen Scheidekunst eine Menge bemerkenswerther Entdeckungen und zwar mehr als irgend ein Anderer seiner Zeit. Er erwarb sich ferner große Verdienste um die Darstellung der Mineralsäuren, indem er z. B. die Salzsäure, welche bis dahin aus Kochsalz und Eisenvitriol dargestellt worden war, durch Einwirkung der Schwefelsäure auf Kochsalz, erzielte. Er erhielt nun gleichzeitig auf diese Weise Salze durch die Verbindung der Schwefelsäure mit den Alkalien im Kochsalz und Salpeter; namentlich war es das schwefelsaure Natron, welches seine Aufmerksamkeit auf sich zog und dessen medicinische Wirksamkeit ihm so allgemein und bedeutend schien, daß er ihm den Namen „Wundersalz oder Sal mirabile“ beilegte und weshalb dieses Salz in älteren medicinischen Werken den Namen Sal mirabile Glauberi führt. Auch andere Salze, wie z. B. schwefelsaures und salpetersaures Ammoniak wurden von Glauber zuerst dargestellt; aber in der Erzeugung von Chlormetallen hatte Glauber ebenfalls Vieles geleistet; er bereitete ferner, außer dem schon länger bekannten Butyrum antimonii und dem Spiritus fumans Libavii, auch das ätzende Arseniköl und die Zinkbutter.

Nach der Bereitung mit Sublimat, welche früher angewandt worden war, hatte man geglaubt, daß in solchen Chlormetallen Quecksilber enthalten sei; Glauber bewies hingegen, daß dieses nicht der Fall ist, sondern daß diese Substanzen vielmehr als Auflösungen von Metallen in Salzsäure zu betrachten sind und auch direct auf diesem Wege dargestellt werden können. Glauber liefert überhaupt eine genauere Kenntniß über die wichtigeren chemischen Präparate. Er kannte die näheren Bestandtheile vieler Salze, theils durch die Art ihrer Synthese, wie er z. B. die Zusammensetzung der oben genannten Verbindung und auch die des Eisen- und Kupfervitriols nachweisen konnte, theils selbst durch die Analyse, die er z. B. auf Bestimmung der Bestandtheile des Salmiaks anwandte. In diesem unterschied er richtig die Säure als Sal acidum von dem Ammoniak als Sal volatile urinae und lehrte die Trennung beider von einander.

Was für Umstände die Trennung der Bestandtheile einer Verbindung bedingen, war Glauber wohl bekannt; denn er ist der Erste gewesen, welcher eine allgemein durchgeführte Idee über die Wirkungen der Verwandtschaft hatte, wenn er auch für diese Kraft noch nicht diese Namen gebrauchte. Glauber war es, der die Zersetzung des Kochsalzes und Salpeters durch Schwefelsäure lehrte und bewies, daß die Zerlegung des Salmiaks durch Kalk oder Kali darauf beruht, daß der eine Bestandtheil zu dem Zersetzungsmitel eine größere Verwandtschaft hat. Auch sogar über den Vorgang der doppelten Wahlverwandtschaft hatte Glauber Aufklärung. Glauber's Schriften beweisen, daß noch mannichfache andere einzelne Beobachtungen von diesem Chemiker gemacht worden sind; so zum Beispiel über die Farbenveränderungen, welche die durch Zusammenschmelzen von Braunstein mit Salpeter zu erhaltende Masse, nach ihrer Auflösung in Wasser, zeigt; ferner über die Destillation des Holzes, wobei er die übergehende Essigsäure wahrnahm, die er, wie er versicherte, zu allen den Zwecken schon anwenden konnte, wozu gewöhnlicher Essig diene; ferner über die Auflösung von Metallen in Schwefelleber bei erhöhter Temperatur etc. — Glauber war durch seine chemischen Kenntnisse in den Stand gesetzt, nicht allein einzelne Präparate neu oder besser und reiner darzustellen, sondern auch einzusehen, wie die meisten rohen Produkte auf chemischem Wege benutzt werden können. — Hauptsächlich machte er sich um die technische Chemie verdient, so z. B. um die Fabrication des Salpeters, indem er für dieselbe verschiedene Verfahrensarten angab; auch beschrieb er für die Darstellung des Glases verschiedene gefärbte Glasflüsse, lehrte sogar verschiedene Weizen mineralischer und vegetabilischer Farbstoffe kennen, Nuancen der letzteren durch Säuren aus Alkalien hervorrufen, machte sich um die Bereitung des Essigs und Branntweins, sowie um die Scheidung der Erze verdient; ja er schlug sogar schon vor, die edlen Metalle aus Mineralien mittelst Blei auszusaugern. Glauber bewies überhaupt einen außerordentlichen Eifer und eine bis dahin kaum an den Tag gelegte Strebsamkeit für die Wissenschaft und bedauerte es stets, daß in Deutschland so wenig Sinn herrschte, die von der Natur gebotenen Materialien für den menschlichen Haushalt zu benutzen, sondern, daß die Deutschen sich vielmehr geneigt zeigten, ihre Naturprodukte in's Ausland zu verkaufen und die aus denselben erzeugten Kunstprodukte vom Ausland theuer zu erkaufen. — Glauber that in einem Werke: „Teutschlands Wohlfahrt“ (1656—1661) in ausführlicher Weise dar, daß die Bewohner ihre Lebensbedürfnisse selbst befriedigen könnten und andere Länder in Anspruch zu nehmen nicht nöthig haben; auch in seinem unter dem Titel: „Opus minerale“, 1651 erschienenen, aber deutsch geschriebenen Werke kommt er auf diese edlen Absichten und Bestrebungen, den Wohlstand der Nation durch technische Anwendung zu heben, wiederholt zurück.

Ferner hat Glauber eine beträchtliche Anzahl chemischer Beobachtungen in seinen Werken: „Furni novi philosophici“, in fünf Theilen, nebst Anhang, 1648 erschienen, in seinem „Miraculum mundi“, in zwei Theilen, 1653 herausgegeben, in den sieben Theilen der Pharmacopoea spagyrica (1654—1667) niedergelegt.

In dem unter diesen Schriften, welche sämmtlich, obgleich mit lateinischem Titel versehen, in deutscher Sprache geschrieben worden waren, erwähnten Werke: „*Furni novi philosophici*“ bespricht Glauber über verbesserte Construction der Oefen, über die Mittel, Destillir-Anstalten möglichst wohlfeil herzurichten und über die neuesten chemischen Operationen, bei denen Anwendung von Wärme erforderlich ist. In dem Opus: „*Miraculum mundi*“, zu welchem er noch eine *Explicatio* und *Continuatio* schrieb, behandelt er die Eigenschaften und die Anwendung eines allgemeinen Auflösungsmittels, und in dem Werke: „*Pharmacopoea spagyrica*“ lehrt er die Zubereitung der arzneilich wirkenden chemischen Präparate und schrieb zu diesem Werke noch drei Anhänge, welche in den Jahren 1667 bis 1668 erschienen sind. Glauber hat überhaupt Vieles geschrieben und unter seinen übrigen Schriften verdient namentlich der *tractatus de natura salium* Erwähnung, in welchem das nach ihm benannte Glaubersalz (*Sal mirabile Glauberi* oder das schwefelsaure Natron), welches in der Heilkunde so treffliche Dienste leistet und auch in der Technik Anwendung findet, beschrieben wird. — Obgleich Glauber's Schriften unter lateinischem Titel, in deutscher Sprache erschienen, so wurden doch auch gleichzeitig lateinische Ausgaben herausgegeben; so erschienen z. B. während der Jahre 1656—1661 Sammlungen seiner bis dahin erschienenen Werke, und im Jahre 1715 wurde noch eine etwas abgekürzte Gesamtausgabe unter dem Titel: „*Glauberus concentratus*“ herausgegeben, welche von dem Werke, unter dem Titel: „*Laboratorium Glauberianum*“ erschienen, sich wesentlich unterscheidet. Manche seiner Schriften wurden auch in englischen und französischen Uebersetzungen im Auslande verbreitet. — Glauber hat sich in der That um die Chemie, in engem Sinne, sehr verdient gemacht, aber auch dem Zeitalter, in welchem er lebte, entsprechend, hat Glauber den Arzneischatz durch neue chemische Präparate bereichert, und er hat viel dazu beigetragen, daß die chemischen Präparate in der Heilkunde immer mehr gebührende Anerkennung fanden.

Außer Glauber wußten indessen auch andere Männer das Verhältniß der Chemie zur Medicin gehörig zu würdigen, und namentlich sind unter denselben Thomas Bartholin und Hermann Conring zu erwähnen. Der erstere dieser beiden Gelehrten wurde im Jahre 1616 zu Kopenhagen geboren, wirkte als Professor der Medicin an der dortigen Universität, und starb daselbst im Jahre 1680. Dieser Mann war ein fleißiger Sammler für alle *Collectanda* der Heilkunst, obgleich die Chemie ihm keine unmittelbaren Verdienste zuschreiben kann. — In ähnlicher Weise wirkte Hermann Conring, welcher zu Norden in Ostfriesland, im Jahre 1606, geboren wurde und als Professor der Medicin 1681 zu Helmstädt starb. Derselbe hatte sich vielseitige Kenntnisse erworben und leistete demnach in einzelnen Wissenschaften Bedeutendes; er ließ der Chemie Anerkennung zu Theil werden und suchte ihren Nutzen hervorzuheben.

Alle seine Vorgänger übertraf jedoch Franz de le Boë Sylvius oder Sylvius de le Boë, welcher 1614 zu Hanau geboren war; er gehörte einer edlen holländischen Familie an, welche, wegen der zu jener Zeit in den Nieder-

landen herrschenden Feindseligkeiten, ihr Vaterland verlassen und sich in Deutschland angesiedelt hatte. Derselbe bildete sich zu Sedan und Leyden wissenschaftlich aus, studirte auf dieser letzteren Universität Medicin und setzte dieses Studium zu Basel fort, wo er auch im Jahre 1637 promovirt wurde. Hierauf übte er die Heilkunde zuerst zu Hanau, dann zu Leyden und später längere Zeit zu Amsterdam aus, wo er bald einen außerordentlichen Ruhm als Arzt und Naturforscher einerntete, so daß er, im Jahre 1658, als Professor der Medicin an die Universität, zu Leyden, berufen wurde. Dasselbst erwarb er sich als Lehrer einen eben so großen Ruf und erfreute sich eines ausgezeichneten Kreises von Schülern aus allen Ländern, bis er im Jahre 1672 zu den Vätern ging. — Sylvius überstrahlte alle seine Vorgänger an gelehrter Bildung und Wissenschaftlichkeit. Sein erstes Auftreten war sehr bescheiden, aber sowie er sich erst ein Ansehen verschafft hatte, wurde er absprechend; seine Behauptungen wurden kühner, sein Auftreten wurde bestimmter und oft sogar anmaßend, selbst da, wo die Wichtigkeit seiner Ansichten kaum in der Erfahrung nachzuweisen war.

Obgleich schon van Helmont eine der hauptsächlichsten Functionen des menschlichen Organismus, die Verdauung, als die Folge einer Gährung bezeichnete, so wurde er doch durch eine eigenthümliche geistige Kraft, durch den Archeus beherrscht; Sylvius hielt es dagegen nicht für nothwendig, als Ursache der Verdauung noch eine geistige Kraft anzunehmen; er verwarf den Glauben an einen Archeus und sah die Verdauung als einen chemischen Proceß an; er glaubte, daß ein Ferment im Speichel sich befinde, welcher jedoch auch im gesunden Zustande etwas Säure enthalte, die aber an Alkali gebunden sei.

Außer dem neutralen Stoff, dem Speichel, gibt es, nach ihm, noch zwei Flüssigkeiten im Körper, deren chemische Thätigkeit von großer Wichtigkeit ist, nämlich den Saft der Pankreasdrüse und den der Galle. Die Flüssigkeit dieser Drüse ist in gesundem Zustande schwach säuerlicher, die der Galle alkalischer Natur. Im Zwölffingerdarm vermischen sich mit dem Brei der verdauten Speisen die Flüssigkeiten aus der Pankreasdrüse und der Galle; es entsteht dann ein Aufbrausen, wobei sich aus dem Speisebrei der Milchsaft abscheidet. Der gebildete Milchsaft, welcher säuerlicher Natur ist, wird mit dem Blut nach dem Herzen geführt, wo er mit anderem Blute zusammenkommt, welchem alkalische Galle beigemischt ist; es entsteht dann wieder ein Aufbrausen mit Wärmeentwicklung, gerade wie bei der Vereinigung von Eisenfeile mit Schwefelsäure, oder von Kalilauge mit Säuren, woraus sich die Blutwärme erklärt.

Ähnliche chemische Erklärungen gab Sylvius für alle anderen physiologischen und pathologischen Erscheinungen: das Blut wird zu Milch durch die Einwirkung einer besonderen, in den Brustdrüsen sich findenden, schwachen Säure; nach ihm soll überhaupt die Natur der Säuren die blutrothe Farbe in eine weiße umändern und soll das Nervensfluidum (die sogenannten Lebensgeister) im Gehirn durch eine wahre Destillation abgefondert werden. Er erklärt selbst die Wirkung der narkotischen Mittel in der Weise, daß er das Nervensfluidum als eine dem Weingeist

analoge Substanz betrachtet und annimmt, wie dieser durch flüchtiges Laugenfalz zum Gerinnen gebracht werde. — Nach Sylvius ist es hauptsächlich das abnorme Vorwalten von Säure oder Laugenfalz in den Säften, wodurch das Auftreten von Krankheiten bedingt wird. Uebermaß von Laugenfalz ist, nach ihm, z. B. die Pest, und Säuren, wie Essig, sind dagegen Heilmittel und Präservative. Gegen Keuchhusten, Epilepsie oder Apoplexie, je nachdem sie besonders die Lungen oder das Gehirn, oder das Rückenmark afficiren, sind von ihm besonders alkalische Mittel empfohlen worden.

Sylvius hat demnach schon die Medicin gleichsam als eine angewandte Chemie betrachtet und seine chemischen Kenntnisse benutzt, um alle physiologischen, pathologischen und therapeutischen Erscheinungen auf chemische Grundsätze zurückzuführen. Besonders nützte er aber auch in der Weise der Chemie, daß er praktische Kenntnisse verbreitete, indem er die Anwendung einzelner chemischer Heilmittel, wie salpetersaures Silberoxyd, Zinkvitriol, Sublimat, Kalomel und andere Quecksilbermittel Spiesglanzverbindungen u. kennen lehrte. Außerdem machte er Beobachtungen, welche auf eigenen Versuchen beruhten, so z. B. machte er auf den Unterschied zwischen Efferveszenz und Gährung aufmerksam, indem er sich dahin aussprach daß die Gährung auf Zersetzung beruhe, während das Aufbrausen von der Bildung einer neuen Verbindung begleitet werde. Die Fällung der Metalle schrieb er mit Recht einer größeren Verwandtschaft des fällenden Metalls zur Säure, als die des darin gelösten war, zu; jedoch glaubte er noch an die Möglichkeit der Metallverwandlung und die veredelnde Kraft des Steins der Weisen. Er war es, welcher zuerst das Vorkommen des flüchtigen Laugenfalzes in Pflanzen, namentlich im Löffelkraut nachwies.

Am meisten geben die folgenden einzelnen Disputationen des Sylvius einen Begriff über ihn als Chemiker: 1) *De alimentorum fermentatione in ventriculo.* 1659; 2) *De chyli mutatione in sanguinem.* 1659; 3) *De respiratione usuque pulmonum.* 1660; 4) *De vasis lymphaticis ac lymph.* 1661. — Ein größeres Werk: *praxeos medicae idea nova* in 3 Theilen (1671 bis 1674) erschien nur während seiner Lebzeiten zum Theil, indem nur der erste Band herausgegeben wurde. Eben so kam auch sein *Methodus medendi* in 2 Bänden erst nach seinem Tode heraus. Seine sämtlichen Schriften wurden in mehreren Sammlungen zusammengefaßt und noch im 18. Jahrhundert mehr Male neu aufgelegt. Uebrigens erfreute sich Sylvius, trotz seiner Bestrebungen, niemals einer allgemeinen Anerkennung, sondern es wurden schon während seiner Lebzeit lebhafteste Angriffe auf das iatrochemische System gemacht. Unter seinen Anhängern zeichnete sich durch ein außerordentliches Vertrauen Otto Tachenius aus, welcher, obgleich im bürgerlichen Leben übel berüchtigt, sich dennoch einen großen wissenschaftlichen Ruf erwarb. Er wurde zu Herford geboren, erlernte die Apothekerkunst in Lemgo, wurde aber dort wegen Diebstahls fortgejagt und trieb sich einige Zeit hindurch als Apothekergehülfe zu Kiel, Danzig, Königsberg und in anderen Städten umher und begann hierauf Geschmack an der Arzneikunde zu finden, weshalb er

sich 1644 nach Italien wandte, wo er zu Padua studirte und sich den Doctorgrad erwarb. Sein späteres Leben brachte er meistens in Venedig zu, wo er vielen Unfug mit Geheimmitteln getrieben und in stetem Streit mit seinen Zeitgenossen gelebt haben soll.

Was die Leistungen in der Medicin betrifft, so versucht er nur die Behauptungen seiner Vorgänger, dagegen trat er aber in der Chemie weit selbständiger auf, so daß diese Wissenschaft ihm viele Wahrnehmungen verdankt. Er glaubte z. B. in dem Destillat des Grünspanns ein allgemeines Auflösungsmittel zu finden; er kannte ferner viele Salze, als Verbindungen von Säuren mit Alkalien, und die Art ihrer näheren Bestandtheile sehr genau; bei ihm findet sich eine der ersten annähernd richtigen quantitativen Angaben in der Chemie, daß nämlich Blei zu Mennige gebrannt um $\frac{1}{10}$ seines Gewichts zunimmt. Eben so machte er für die analytische Chemie einige werthvolle Bemerkungen, indem er z. B. darthat, daß ein Unterschied in der Farbe stattfindet, je nachdem man Sublimatlösung mit fixem oder mit flüchtigem Laugensalz fällt; er lehrte ferner schon die Galläpfelinctur als Reagens für Eisen anwenden.

Unter den Schriften des Tachenius ist das Opus: „*Ottonis Tachenii Hippocrates chimicus*“, zuerst 1666 erschienen, anzuführen, wovon dem Verfasser eine Ausgabe vorliegt, welche 1668 in Braunschweig, bei T. H. Hauenstein, veröffentlicht worden ist.

Die übrigen Jatrochemiker, welche sich an Tachenius anschließen, verdienen im Ganzen eine geringe Berücksichtigung, da ihre Ansichten, wenn auch noch in chemische Ausdrücke eingekleidet, sich immer mehr davon entfernen, wirklich den Zustand der chemischen Kenntnisse ihrer Zeit zu bezeichnen; so z. B. ist dieses der Fall bei dem berühmten englischen Arzt Thomas Willis, welcher im Jahre 1621 in der Grafschaft Wiltshire geboren wurde und 1675 zu London starb. Er war einer der kräftigsten Vertheidiger des Sylvius'schen Systems, aber er verband mit der Ueberzeugung von der Richtigkeit desselben auch noch den Glauben an die Paracelsi'schen Urstoffe: Salz, Schwefel und Quecksilber. Er trug bei aller seiner Anhänglichkeit an das jatrochemische System doch zum Sturz desselben wesentlich bei, indem er die Förderung des anatomischen Studiums begünstigte.

Das jatrochemische System hat seine ganze Grundlage dadurch untergraben, daß es alle Vorgänge im menschlichen Körper erklären wollte. Die Einseitigkeit, mit welcher dieses geschah, mußte jedem Unbefangenen gegen die immer unnatürlicher werdenden Auslegungen einnehmen, welche die Jatrochemiker allen vitalen Verrichtungen unterlegten; so sah Willis z. B. sämtliche Krankheiten als die Folge widernatürlicher Gährungen an. — Würde das jatrochemische System sich damit begnügt haben, einzelne Functionen des Organismus auf chemische Prozesse zurückzuführen, so würde dasselbe sich vielleicht länger gehalten haben, da aber die Jatrochemiker zu sehr von der Erklärung der chemischen Prozesse abwichen, so konnte an eine längere Haltung nicht gedacht werden.

Neuere Geschichte.

Erste Periode derselben.

Dritte Hauptperiode oder das phlogistische Zeitalter.

Von der Mitte des 17. Jahrhunderts bis zum letzten Viertel des 18. Jahrhunderts.

Je näher wir der Gegenwart kommen, um so klarer und selbständiger wird die Richtung der Chemie. — Mit dem untergrabenen medicinischen Zeitalter beginnt eine wesentliche Veränderung in den Bestrebungen der Chemie, indem sie als selbständige Disciplin in die Reihe der Naturwissenschaften tritt und zum Bewußtsein ihres wahren Zweckes gelangt. Sie beginnt mit einer ganz neuen Entwicklung und verfolgt die Erkenntniß der Zusammensetzung und Zerlegung der Körper, sucht die Erscheinungen, mit welcher Zusammensetzung und Zerlegung vor sich gehen, die Gesetze, nach denen diese Vorgänge eintreten und endlich die Bestimmung, in wiefern die chemischen Eigenschaften von der Zusammensetzung abhängig sind, zu erklären.

Wenn auch in dieser sogenannten phlogistischen Periode von einer quantitativen Analyse noch keine Rede sein kann, so ist doch das ganze Zeitalter dadurch charakterisirt, daß das ganze Streben die Erklärung der qualitativen Erscheinungen im Auge hatte. In diesem Zeitalter wird die Ansicht herrschend, daß ähnliche Erscheinungen von ähnlichen Ursachen bewirkt werden müssen; die hervorstechendsten Eigenschaften der verschiedenen Körper werden durch die Annahme von chemischen Elementen zu erklären gesucht; bei Körpern, welche eine und dieselbe wichtigste Eigenschaft wahrnehmen lassen, glaubt man die gemeinsamen Eigenschaften der Qualität dem gemeinsamen Gehalt an ein und demselben Bestandtheile zuschreiben zu müssen. Die Chemiker dieses Zeitalters waren gleichsam berufen, in einer solchen allgemeineren Art aus Beobachtungen theoretische Schlüsse zu ziehen und umfassendere Ideen in die Chemie zu bringen; aber die Art und Weise ihrer Untersuchung war eine einseitige, da sie mit einer Erklärung der chemischen Prozesse in qualitativer Beziehung allen Anforderungen zu genügen glaubten.

Das ganze phlogistische Zeitalter, welches sich von der Mitte des 17. Jahrhunderts bis zum letzten Viertel des 18. Jahrhunderts erstreckt, bewegt sich nur

in Bestrebungen, die Veränderung der Körper durch Einwirkung chemischer Agentien in qualitativer Hinsicht zu studiren, aber dennoch hat diese Periode, wenn auch die leitenden Principien von den Vertretern des folgenden Zeitalters vernichtet wurden, gut vorbereitet.

In dem Zeitalter der Alchemie wurde schon in den Metallen als hypothetischer Grundstoff der Schwefel angenommen, in dem nächsten Zeitalter wurden freilich diese Ansichten nicht mehr allgemein beibehalten, aber die Aeußerungen der meisten Chemiker verkündeten doch die Meinung, daß die verbrennlichen Körper ein verbrennliches Princip enthalten. Eben so unbestritten ist immer die uralte Ansicht, daß Verbrennung eine Zerstörung, also eine Zerlegung sei, und daß bei der Verbrennung aus dem verbrennlichen Körper sich etwas ausscheidet, was uns als Flamme erscheint. Within lag es sehr nahe, den Rückstand von der Verbrennung als den anderen Bestandtheil des verbrennlichen Körpers zu betrachten; aber diese einzelnen Aeußerungen verkündeten noch keineswegs die Aufstellung einer umfassenden Theorie des Verbrennungsprocesses. Boyle, der erste Chemiker dieser Periode berichtet, daß die Ansicht, daß der Rückstand einer Verbrennung als ein Bestandtheil der verbrannten Substanz anzusehen sei, als eine wahrscheinliche betrachtet werden könne, wenn sie auch nicht erwiesen sei; gleichzeitig wird von Kunkel, einem der berühmtesten Chemiker jener Zeit, die Erklärung Boyle's als eine ausgemachte Wahrheit hingestellt. Becher faßte die Erklärung dieses Vorganges viel umfassender auf und betrachtete die Verkalkung der Metalle als eine der Säuerung des Schwefels ähnliche Erscheinung, aber nahm auch in den ersteren ein verbrennbares Princip an. Stahl war es jedoch, welcher diese Theorie weiter ausführte und mehr vollendet hinstellte. Er faßte die Veränderung aller Körper durch Feuer, der organischen wie der Metalle und aller, die überhaupt verbrennlich sind, als eine und dieselbe Erscheinung zusammen, indem er annahm, daß die gemeinsame Eigenschaft von einem gemeinsamen Bestandtheil aller verbrennlichen Körper, welchen er *Phlogiston* nannte, herrühre. Je anhaltender und heftiger eine Substanz die Erscheinung der Verbrennung zeigt, um so reicher ist dieselbe nach Stahl an *Phlogiston*. — Stahl nahm dieses *Phlogiston* im Schwefel und Phosphor und in den Metallen an.

Das Austreiben des *Phlogistons* ist Verbrennung und läßt erkennen, welche die anderen Bestandtheile eines Körpers sind; die Erfahrung zeigt ohnehin, daß im Schwefel und Phosphor eine Säure, in den Metallen kalkige Körper (*Dryde*) mit dem *Phlogiston* verbunden sind.

Beim Verbrennen wird nach dieser Stahl'schen Theorie das *Phlogiston* in die Luft zerstreut, und als unverbrennliche Radicale, je nach der Natur derselben, bleiben Kalk oder Säuren zurück. Demnach müßten z. B. alle Metalle aus Metalloxyd (Metallkalk) und *Phlogiston*, der Schwefel aus Schwefelsäure und *Phlogiston* bestehen, und durch das Verbrennen am Gewichte verlieren.

Den Proceß des Verbrennens nannte Stahl *dephlogistiren*, da hierbei, seiner Ansicht zufolge, *Phlogiston* entweichen mußte; wurde aber ein verbranntes Metall durch Schmelzen mit Kohle wieder verbrennlich, so glaubte er, das *Phlogiston* sei wieder

mit ihm verbunden oder der Körper sei wieder phlogistisirt worden. Das Vorhandensein des Phlogistons wurde von Stahl vermuthet und sogar angenommen, aber der Stoff wurde nicht zu isoliren gesucht. Die Stahl'sche Theorie wurde dadurch höchst wahrscheinlich, daß bis zu Stahl's Zeit und lange nachher keine andere aufgestellt wurde, welche die verschiedenartigsten Beobachtungen so einfach und scheinbar naturgemäß zu erklären vermocht hätte. Das Phlogiston ist nach Stahl's Lehre eine hypothetische Substanz, deren Existenz jedoch so unzweifelhaft ist, daß zum Beweis die isolirte Darstellung derselben kaum erforderlich zu sein scheint. Auch Stahl's Nachfolger machten eben so wenig wie dieser, den Versuch, das Phlogiston in isolirtem Zustande darzustellen, oder seine Identität mit einem anderen der Chemie angehörigen Stoff darzuthun. Später lebende Chemiker dieses Zeitalters hielten indessen andere Substanzen für Phlogiston und einige ließen sogar das Phlogiston mit dem Lichtstoff identisch sein, weil dieser bei der Verbrennung erzeugt, ihrer Meinung nach, sich abscheidet. Sogar wird an einem anderen Orte die im Berlinerblau enthaltene färbende Substanz für reines Phlogiston gehalten. Bei allen diesen Fabeleien, welche in dem späteren Zeitalter ihre Haltbarkeit verloren haben, ist die Meinung, welche sich zu Ende dieses Zeitalters geltend machte, daß das Phlogiston identisch mit Wasserstoffgas sei, von größerer Wichtigkeit, denn die phlogistische Theorie und deren Erklärung gewinnt hierdurch eine ganz andere Bedeutung, als sie in ihrer ersten Aufstellung enthielt.

Ursprünglich war es der Verbrennungsproceß, auf welchen sich die phlogistische Theorie ausschließlich stützte, und es lagen der Annahme des Phlogistons dieselben Beobachtungen zu Grunde, welche auch später bei der Aufstellung einer entgegengesetzten Theorie den Beweis für die Existenz des Sauerstoffs führen halfen. Alles, was später durch die Annahme erklärt wurde, es gehe eine Verbindung mit Sauerstoff vor sich, ist von Stahl durch eine Abscheidung des Phlogistons zu erklären versucht worden. Da wo die spätere Theorie die Trennung eines Körpers vom Sauerstoff nachwies, nahm Stahl eine Vereinigung desselben Körpers mit Phlogiston an.

Ungefähr gegen das Ende dieses Zeitalters fand man das Wasserstoffgas (brennbare Luft) mit ähnlichen Wirkungen begabt, wie die dem Phlogiston zugeschriebenen. Man wußte, daß sich die Metalle nur verkalzt in Säuren auflösen, und bei der Auflösung des Metalls in Säure, wo ersteres in Metallkalk und Phlogiston zerfallen mußte, sich dieses als Wasserstoffgas entwickelt. Eben so fand man, daß ein Metallkalk zu regulinischem Metall wird, wenn man demselben in erhitztem Zustande Wasserstoffgas zuführt. Hiernach schien also das Wasserstoffgas mit Phlogiston identisch zu sein, wie man dieses schon vor der Bekämpfung der phlogistischen Theorie ausgesprochen findet.

Zur Zeit, wo die phlogistische Theorie auftauchte, verstand man unter dem Ausdruck: „dephlogistisirt“ so viel wie „oxydirt“, und „phlogistisirt“ bedeutete so viel wie „desoxydirt“; später aber hieß dephlogistisirt so viel, wie feines Wasserstoffs beraubt. Diese Zweideutigkeit, in Betreff des eigentlichen Begriffs, welcher mit

den Ausdrücken: „phlogistisirt“ und „dephlogistisirt“ verbunden ist, zeigt sich namentlich in solchen Fällen, wo erst viel später die wahre Zusammensetzung eines Körpers bekannt wurde. Ueberhaupt ist in dem phlogistischen Zeitalter schon der heutige Geist, welcher jetzt die Chemie beseelt, geweckt worden; denn schon Stahl, der Gründer der Phlogistontheorie, hat die Chemie als eine Kunst definirt, welche die zusammengesetzten Körper in ihre Bestandtheile zerlegt, und aus den Bestandtheilen die Verbindungen wieder zusammenzusetzen vermag. Diese Ansicht ist noch heute herrschend und prägt sich in den ganzen Bestrebungen der Chemie aus.

Fragt man nun aber weiter, was das Zeitalter der phlogistischen Theorie unter Bestandtheilen und namentlich unter Elementen verstand, so wird darauf erwidert werden müssen, daß zu Anfang desselben noch dieselbe Unsicherheit herrschte, welche fast während der ganzen vorigen Periode obwaltete. Als Elemente werden nur hypothetische Grundstoffe bezeichnet, von denen jeder als das Princip irgend einer allgemein vorkommenden und besonders hervorstechenden Eigenschaft angesehen wird. Als Element wurde zu jener Zeit noch kein darstellbarer Körper angesehen; so erkannte man z. B. in allen Metallen einen erdigen Grundstoff an, welchen man dem isolirten Zustand näher zu bringen glaubte, wenn man das Metall veralkte, die brennbaren Bestandtheile fortschaffte; aber in allen Metallkalke nahm man noch immer ein Element an, obgleich diese Kalke selbst verschieden sind. Man betrachtete sie sämmtlich als Verunreinigungen eines Elements, bis denn endlich die Ansicht durchbrach, daß der Chemiker als Elemente nur solche Stoffe betrachtet, welche darstellbar sind und durch chemische Mittel nicht in andere Elemente zerlegt werden können. Die ledigliche Speculation aller Urförper in den Bestandtheilen verlor sich immer mehr aus dem Gebiete der Chemie, und der directen Beobachtung suchte man die Elemente zugänglich zu machen; so begann man z. B. die verschiedenen Metallkalke selbst als verschiedene Elemente in chemischem Sinne zu betrachten.

Gegenwärtig ist die Chemie soweit vorgeschritten, daß nur in wenigen Fällen ein Element angenommen wird, wenn es nicht wirklich abgeschieden werden kann, und so war es schon zum Theil gegen das Ende des phlogistischen Zeitalters, wo darstellbare Körper als chemische Elemente bezeichnet wurden, so z. B. Schwefelsäure, Phosphorsäure, Metallkalke. Besonders interessant ist es aber, daß die Ansicht über die Zusammensetzung der Metalle, welche schon früher als charakteristisches Merkmal eines Zeitalters hingestellt wurde, jetzt wieder diese Bedeutung gewinnt. — In dem phlogistischen Zeitalter findet sich schon eine richtige Wahrnehmung über die Eigenthümlichkeit der einfachen Bestandtheile und die Untersuchung wird schon mit Hülfe der Wage ausgeführt, denn in diesem Zeitalter wurden schon Versuche gemacht, die Zusammensetzung einzelner Körper, dem Gewichte nach, zu bestimmen. Es war schon im Anfang dieser Periode bekannt, daß ein regulinisches Metall weniger wiegt, als der daraus durch Verbrennung zu gewinnende Kalk; nach der phlogistischen Theorie sollte dagegen der letztere ein Bestandtheil des ersteren sein; die schwerere Masse sollte mit einem anderen Körper eine durchaus leichtere Verbindung liefern. Ein solcher Umstand, obgleich hinreichend bekannt,

wurde als nicht wesentlich betrachtet und dieser Aenderung im Gewicht wurde kein Einfluß auf die Erklärung des Verkalkungsprocesses im Ganzen zugestanden; es wurde als eine begleitende Erscheinung betrachtet, die von einem Nebenumstand abhängig sei und oberflächlich durch eine Annahme entfernt, welche rechtfertigen zu wollen man sich kaum die Mühe gab. Späterhin, als es nicht mehr möglich war, das Geheimniß der Gewichtsbestimmung von der Hand zu weisen, nahm man zu den unnatürlichsten Annahmen seine Zuflucht, um die phlogistische Vorstellung über den Verbrennungsproceß beibehalten zu können; sodann mußte die phlogistische Theorie unterliegen, denn sie war nicht geeignet, quantitative Erscheinungen zu erklären. — Das Verhältniß der Chemie zur Medicin wurde ein ganz anderes, indem die Chemie nun selbständig austrat und der enge Zusammenhang mit der Medicin aufhörte.

Wenn wir diese in aphoristischer Form hier gegebenen Eigenthümlichkeiten näher betrachten, so haben wir einen Charakter des phlogistischen Zeitalters und wenn wir die Männer aufzählen, welche um dieses Zeitalter sich verdient machten, so haben wir zuerst einen Boyle, sodann Kunkel, Becher, Homberg, Stahl, Hoffmann, Boerhave, Neumann, Eller, Pott, Marggraf, Geoffroy, Hellot, Duhamel, Macqueur, Black, Cavendish, Priestley, Bergmann, Scheele u. besonders zu berücksichtigen und es sind die genannten Männer vorzugsweise unserer Aufmerksamkeit würdig.

In den früheren Zeitaltern, wo die Chemie ausschließlich nur chimärischen oder untergeordneten Zwecken dienen sollte, war die Classe von Gelehrten, welche sich mit Chemie beschäftigte, eine ganz bestimmte und scharf abgeschlossene. In der Zeit, während welcher die Chemie lediglich die Goldmacherkunst bezweckte, waren bei den Arabern als Alchemisten nur Aerzte, bei den Abendländern nur Geistliche, und im medicinischen Zeitalter sind es ebenfalls nur Aerzte, welche die Chemie pflegten; aber in dem Zeitalter der phlogistischen Theorie nimmt die Chemie eine selbständige Stelle unter den Naturwissenschaften ein, wird ihr Studium vielfacher betrieben und ist dasselbe von einem mehr allgemeinem Interesse. Die Kräfte, welche sich ihr zuwenden, mehren sich, wiewohl erst zu Ende dieses Zeitalters einzelne Männer ungetheilt der Chemie sich widmen; namentlich wirkte aber die Errichtung gelehrter Gesellschaften fördernd auf die Forschung in der Chemie; auch suchten jene Institute zur Verbreitung der Entdeckungen beizutragen, wodurch die Veröffentlichung vermehrt wurde. Nicht allein beschränkte sich jedoch eine solche Wirksamkeit auf periodische Zeitschriften, sondern durch die sich steigende Menge von chemischen Untersuchungen und Entdeckungen entstanden auch Zeitschriften, welche hauptsächlich die Chemie zu ihrem Gegenstand wählten. Hierdurch wurden obwaltende Irrthümer immer mehr beseitigt und wurde gleichzeitig zu neuen Forschungen angefaßt. Da es ist erfreulich, erwähnen zu können, daß schon im Jahre 1648 zu Florenz, unter dem Schutze des Großherzogs Ferdinand II., eine Gesellschaft errichtet wurde, welche den Zweck, naturwissenschaftliche Experimente anzustellen, verfolgte

und daß im Jahre 1657, durch die Bemühungen des Prinzen Leopold, Bruders des Großherzogs, die Akademie neu organisiert wurde. Diese Akademie, welche später den Beinamen *del cimento* (der Experimente) erhielt, erwarb sich um die Förderung der Naturwissenschaften sehr große Verdienste und vom Jahre 1666 an gab sie Denkschriften heraus, welche indessen bald wieder aufhörten, da sie nach dem Abgang des Prinzen Leopold, dessen Unterstützung nun aufhörte, ihr Bindemittel einbüßte. Länger hielt sich dagegen eine gleichzeitig in England gebildete Akademie, für deren Errichtung schon Bako von Verulam mit großer Vorliebe geschwärmt hatte, wiewohl dieselbe erst lange nach dessen Tode in's Leben trat. — Im Jahre 1645 bildeten sich zu Oxford und London regelmäßige Zusammenkünfte von Gelehrten, um Gegenstände der Medicin, Naturwissenschaft und Mathematik zu besprechen. Die Theilnehmer aus beiden Städten standen unter einander in Verbindung und von 1639 an vereinigten sie sich alle zu London, wodurch die Gesellschaft noch größeren Halt bekam. Es wurde dieselbe im Jahre 1662 von König Karl II. als Royal Society anerkannt und mit Privilegien ausgestattet. Von 1666 an veröffentlichte sie ihre Denkschriften unter dem Titel: „*Philosophical Transactions*“, welche für jene Zeit deshalb hauptsächlich Wichtigkeit erlangten, daß sie neben den Leistungen der Mitglieder der Societät auch zugleich eine Anzeige sämmtlicher neuer Entdeckungen gaben, welche für die verschiedenen Fächer der Naturkunde in allen Theilen der Erde gemacht wurden. Mit der Entstehung dieser Gesellschaft wurde auch der Chemie große Aufmerksamkeit gewidmet und unter den acht Classen, in welche sich die Societät eintheilte, war eine auf die Erweiterung der Chemie namentlich angewiesen. Diese Transactions haben sich bis heute gehalten und sie enthalten viele ausgezeichnete Untersuchungen von berühmten Chemikern.

Beleuchten wir nun die Biographie und die Leistungen der früher genannten Chemiker, welche das phlogistische Zeitalter schmückten, so haben wir zuerst Robert Boyle anzuführen. Derselbe wurde im Jahre 1627 zu Youghall, in der Grafschaft Munster in Irland geboren; er sollte seines Vaters Richard Boyle, des Grafen von Cork, Bestimmung zufolge, sich dem geistlichen Stande widmen, und dieser ließ ihm daher auf dem Collegium zu Eton, später unter seinen Augen eine ausgezeichnete Erziehung zu Theil werden. Nach dieser Vorbereitung durchreiste Boyle, noch ziemlich jung, Frankreich, die Schweiz, wo er sich besonders in Genf und in Italien fast zwei Jahre hindurch aufhielt. Da jedoch in seinem Vaterlande Unruhen ausbrachen, und hierdurch auch sein väterliches Vermögen eine Zerrüttung erlitt, so war er gezwungen, im Jahre 1643 in seine Heimat zurückzukehren, wo er seinen Vater todt und dessen materiellen Hülfsmittel so consumirt fand, daß er längere Zeit zurückgezogen zu leben sich genöthigt sah, bis es ihm endlich gelang, mit genügendem Auskommen sich seinem Lieblingsstudium zu widmen. Im Jahre 1654 ließ er sich zu Oxford nieder, wo er mit den bedeutendsten Gelehrten dieser Universität verkehrte und dieselbe zur Gründung der erwähnten Gesellschaft veranlaßte. 1668 verlegte er seinen Wohnsitz nach London und setzte

dort seine in Oxford begonnenen wissenschaftlichen Untersuchungen fort. Boyle wurde, da er für die Arbeiten der inzwischen gestifteten Societät sich sehr interessirte, im Jahre 1680 zum Präsidenten derselben erwählt und endete das irdische Dasein im Jahre 1691 mit einem Nachrufe, stets in edler und fördernder Weise für die Wissenschaft gewirkt zu haben. Er war der erste Chemiker, welcher sich bemühte, die Natur wirklich zu erforschen; von Wißbegierde beseelt, hat er reichen Lohn durch Entdeckung wichtiger Thatsachen geerntet. Da aber ein so edler Sinn sein ganzes Streben durchdrang, so trat er auch allen seinen Gegnern kräftig entgegen und es gelang ihm, manche alchemistische Schriftsteller in ihrer vermeintlichen Bedeutsamkeit zu verkleinern und die Unzuverlässigkeit ihrer Angaben zu enthüllen; er blieb aber nicht allein hierbei stehen, sondern er zeigte auch den Weg der wahren Naturforschung und stellte das Experiment als die Grundlage aller Ansichten, als den Prüfstein jeder Theorie hin, und seine Bestrebungen in dieser Beziehung sicherten ihm ein unvergängliches Verdienst. Es waren zwar die Schlüsse, welche er aus seinen Beobachtungen zog, nicht immer die richtigen, aber es waren seine richtigen Schlußfolgerungen doch überwiegend. Wurde auch später Vieles vervollkommenet, so gebührt ihm doch das Verdienst, die Kunst, richtig zu experimentiren, ausgebildet zu haben, und so war es seinen Nachfolgern natürlich leichter, auf angelegtem Grund fortzubauen, zu sichten, zu verwerfen und Besseres zu schaffen, Dazu ermangelte er auch der Klarheit in der Kunst, zu beschreiben, nicht, so daß dieselbe als eine noch heute übliche bezeichnet werden darf.

Aus dem hier Berichteten erhellt leicht, daß die Ansichten des Paracelsus' und dessen Verfahren einem Boyle nicht genügen konnten; auf der anderen Seite aber sind zu seiner Zeit auch keine chemischen Theorien aufgestellt worden, auf welchen mit Sicherheit hätte fortgebauet werden können; denn Boyle suchte vielmehr nur die bisher gesammelten Erfahrungen zu vervollständigen, als die früheren Angaben zu bestätigen oder zu berichtigen. Er lehnte sich mehr gegen die herrschenden Meinungen auf, als daß er neue schuf.

Er war der Ansicht, daß die schon von Aristoteles aufgeführten Elemente: Feuer, Wasser, Luft und Erde nicht als solche angenommen werden konnten, und eben so wenig fanden bei ihm die Elemente der Alchemisten: Salz, Schwefel und Quecksilber Anklang, aber er gab keinen Ersatz dafür; seine Richtung geht darauf hinaus, in der Chemie mehr die nachweisbaren Bestandtheile darzustellen, und sie kennen zu lernen, als über die elementaren Eigenschaften im Allgemeinen nachzudenken. Uebrigens gibt er zu, daß Körper, welche er als einfache betrachtet, sich doch in einander verwandeln lassen.

Es ist demnach nicht zu läugnen, daß Boyle durch sein Beispiel edler wissenschaftlicher Bestrebungen den hauptsächlichsten Grund zur Forschung anderer Gelehrten legte und Veranlassung gab, daß zu seiner Zeit die Chemie von Gelehrten mehr geschätzt und häufiger getrieben wurde, als es bis dahin geschehen war. Hierüber drückte er seine Freude in der Praefatio introductoria zu seinem im Jahre 1661 erschienenen „Chemista scepticus“ aus: *Observo enim, novissimis*

annis Chymiam coeptam esse, uti meretur, a viris doctis, qui primo eam spreverant, excoli, ejusque scientiam a pluribus, qui ipsam nunquam coluerunt arrogari, ne eam ignorare existimentur. Unde factum, quod complures Chymicorum de rebus philosophicis Notiones sumptae sunt pro concessis atque in usum versae et sic ab eximiis admodum scriptoribus tum Physicis, tum Medicis adoptatae.“

Besonders hat Boyle die Luft in physikalischer und chemischer Beziehung zu studiren gesucht und in sofern sehr fördernd gewirkt; so zeigte er z. B. mit Hülfe der Luftpumpe, nach verschiedenen Richtungen hin, das Verhalten der Körper im luftleeren oder vielmehr im luftverdünnten Raume und war er der Erste, der das Gesetz, welches auf dem Continent meistens nach Mariotte benannt wird, auffand, nämlich, daß für die Luft das Volumen dem darauf wirkenden Druck proportional ist. Er hatte sich durch Versuche überzeugt, daß die gewöhnliche Luft, ohne Schnellkraft zu verlieren, durch Körper, welche darin brennen, sowie durch das Athmen der Thiere verdorben wird, und dabei schon augenscheinlich wahrgenommen, daß sie im letzteren Falle auch im Umfange abnimmt, also ein Theil derselben von den Thieren verschluckt wird, den er, seiner Mittheilung zufolge, aus einem anderen Stoffe auf eine ihm noch unbekannte Weise zu ersetzen wußte. Er schloß daraus sehr richtig, daß in der gewöhnlichen Luft etwas zugegen sein müsse, was zur Erhaltung des Lebens, wie zur Erhaltung der Flamme durchaus erfordert werde, und was er als ihren ätherischen Theil bezeichnet. In dieser Beziehung mögen folgende Sätze hier Platz finden und zwar zunächst aus seinen: *Suspicious upon the hidden qualities of the air*. Works, Bd. III. S. 466. Dort heißt es an einer Stelle: „For after the extinction of the flame, the air in the receiver was not visibly altered, and, for aught I could perceive by the Ways of judging. I had then at hand, the air retained either all, or at least for the greatest part of its elasticity“; sodann ebenfalls daselbst: „And indeed it seems to deserve our wonder, what that should be in the air, which enabling it to keep flame alive, does yet by being consumed or depraved, so suddenly render the air unfit, to make flame subsist.“ In demselben Bd. III. S. 467 steht ferner: „And this undestroyed springiness of the air seems to make the necessity of fresh air to the life of hot animals — suggest a great suspicion of some vital substance, if I may so call it, diffused through the air, whether it be a volatile nitre, or (rather) some yet anonymous substance; sydereal or subterranean, but not improbable of kin to that, which I lately noted to be so necessary to the maintenance of other flames. Sehr abgeneigt war Boyle indeffen, die Benennung eines flüchtigen Salpeters, welchen Einige jenem ätherischen Theile der Luft beilegen, einzuräumen. Er sagt über den ätherischen Theil in seinen: *New experiments upon the superficial figures of fluids*. Bd. IV. S. 3. „Because the common atmospherical air we breathe is a fluid body abounding with grosser particles, and is by divers philosophers probably supposed to be much more dense and heavy, than the aethereal substance, that makes the other part of the

atmosphere.“; über die Benennung spricht er sich in seiner „The general history of the air.“ T. X. Works. Bd. V. S. 116 so aus: „But though I agree with them, in thinking, that the air is in many places impregnated with corpuscles of a nitrous nature, yet I confess I have not been hitherto convinced of all, that is wont to be delivered about the plenty and quality of the nitre in the air: for I have not found, that those, that build so much upon this volatile nitre, have made out by any competent experiment, that there is such a volatile nitre abounding in the air.“

Dennoch hielt es Boyle aber keineswegs für unwahrscheinlich, daß die Luft zur Erzeugung des Salpeters beitrage (*Tentamen physico-chymicum continens experimentum circa varias ac multiplices partes Nitri et ejusdem redintegrationem, una cum Atomicis quibusdam considerationibus indidem ortis. Sect. XXIX. Amstelod. 1667. 12. p. 180. 181*). In der That versuchte er es mehrere Male vergebens, Schwefel in luftleerem Raume zur Entzündung zu bringen, obgleich ihm das Plätzen des Goldes darin gelungen war.

Boyle bestätigte auch die schon früher beobachtete Thatsache, daß die Metalle beim Glühen oder bei der Calcination am Gewichte zunehmen; er fand, daß Blei in einem abgeschlossenen Raume, d. h. in einer Retorte verkalft wird, und das Volum der Luft sich vermindert, aber er vermochte nicht, die Ursache des vermehrten absoluten, sowie des verminderten eigenthümlichen Gewichts zu erkennen; er war weit entfernt zu glauben, daß die bei der Verkalkung verschwindende Luft an das Blei tritt, und die Gewichts-Zunahme des Bleis eine Verminderung dieser Luft bewirkt; er schrieb vielmehr die Gewichts-Vermehrung einem besonderen wägbaren Wärmestoff zu, der den ponderablen Theilen der Flamme eigen sei, welche, seiner Meinung nach, während der Calcination mit den Metallen sich vereinigen; er erkannte demnach die richtige Ursache der Verbrennungs-Erscheinungen nicht, obwohl er gegen die damals herrschende Ansicht, daß bei der Verkalkung der Metalle etwas verloren gehe, sich aussprach.

Hierfür mögen folgende Belege angeführt werden: *Detecta penetrabilitas vitri Coroll. II. l. c. p. 304. 305.* „Cum enim passim supponatur, in calcinatione magnam partem corporis dispelli, nec nisi terram, cui chymici jungunt sal fixum, restitare; cumque ipsi Philosophi Mechanici (horum quippe duo vel tres de calcinatione sunt locuti) sentiant, multum dissipari ignis violentia, partes radicales, dum humiditate sua magis radicali et fixa privantur, in particulas siccas fragilesque converti: cum, inquam, haec placita foveantur circa calcinationem, videtur equidem, non rite ea formata esse, nec obtinere universim, quandoquidem applicari minimum nequeunt Metallis istis, in quae peracta Experimenta nostra fuere. Etenim ex iis apparet ullam quantitatem, dignam notatu, humidarum fugaciumque partium in calcinatione fuisse dissipatam, sed id omnino et manifeste admodum apparet, hac Operatione Metalla plus acquisivisse ponderis, quam deperdidisse; adeo ut praecipuum Metallum pondus remaneret integrum, tantum abest ut esset vel Elementaris in Terra, juxta

sensum Peripateticum, vel compositum Terrae et Salis fixi, ut chymici passim de calce plumbi sentiunt;“ ferner Expr. III. p. 294: In confirmationem prioris tentaminis, in quo spiritum ardentem sacchari adhibueramus, genuinum cepimus experimentum cum defoecatissimo spiritu vini; substituta duntaxat uncia una plumbi, in locum unius unciae stanni. Eventus (paucis dicam) hic erat, quod, postquam metallum illud in flamma detentum fuerat per bihorium, sigillato retortae apici fracto, aer externus cum strepitu in eam irruit (indicio sane, vas omnino fuisse integrum) nosque insignem quantitatem plumbi invenimus: septem quippe fuerunt scrupula et amplius, in calcem subcaesiam versa, quae una cum metalli residuo iterum appensa cum essent, deprehensum a nobis fuit lucrum granorum sex hac operatione factum esse.“

Ferner glaubte Boyle auch aus mehren von ihm gemachten Erfahrungen den Schluß ziehen zu müssen, daß sich Luft eben so wenig in Wasser, als Wasser in Luft verwandeln lasse; so heißt es z. B. hierüber in: Nova experimenta physico-mechanica de vi aëris elastica p. 140: „Irrito enim labore legi aliquos aggressos fuisse Aërem in Aquam, vel Aquam in Aërem transmutasse. Cum e regione evidenter in Digestionibus nostris et Distributionibus percipiamus, quod Aqua in vapores imperceptibiles quantumvis rarefiat, revera tamen in Aërem non mutetur. Indessen zeigte er, daß Wasser von außen in eine Blase eindringe und war mit Helmont überzeugt, daß sich Wasser in Erde verwandeln lasse.

Er kannte ferner den luft-ähnlichen Stoff, (nämlich die uns hinreichend bekannte Kohlensäure), der bei dem Aufbrausen von Korallen mit Essig, von gesäuertem Brodteige, Kirschchen, Weinbeeren entweicht, und dessen mehr oder minder nachtheilige Wirkung auf das thierische Leben; die wahre Natur und hauptsächlich die Brennbarkeit des entzündbaren Gases, (nämlich des Wasserstoffgases), welches bei der Auflösung des Eisens in Kochsalzgeist (Salzsäure oder Chlornasserstoffsäure) oder mit Wasser verdünnter Schwefelsäure aufsteigt und die Luft, welche in den Bergwerken oftmals auftritt, nämlich das uns bekannte leichte Kohlenwasserstoffgas.

Einiges Licht verbreitete Boyle auch über die chemische Einwirkung der verschiedenen Körper auf einander; er hatte insofern eine Theorie gebildet, welche nur eine geringe Abweichung von der der neuesten Zeit zeigte. So betrachtete er z. B. alle Körper als aus kleinsten Theilchen ihrer Bestandtheile bestehend, und stritt dafür, daß so lange die Anziehung, welche diese Theilchen zusammenhält, nicht überwunden wird, eine Zersetzung nicht eintreten könne. Diese Zersetzung findet nach ihm nur Statt, wenn die kleinsten Theilchen eines Bestandtheils, in einer Verbindung, zu denen des anderen weniger Anziehung haben, als zu denen eines dritten, welcher mit der bisher bestandenen Verbindung zusammengebracht wird.

Boyle war schon der Ansicht, daß, je mehr Affinität die Körper zu einander haben, um so stärker ihre kleinsten Theilchen sich gegenseitig anziehen und dieselben

bei einer Verbindung sich um so näher an einander legen. Er leitete in seinen „*Considerations and experiments touching the origin of qualities and forms*“ (zuerst im Jahre 1664 gedruckt) die Affinitäts-Erscheinungen von einer Verschiedenheit in der Größe der Attraction der Theilchen ab; jedoch führte er seine Ansicht nicht specieller aus. Er erwähnt ferner in seiner Schrift: „*on the usefulness of experimental philosophy*“, daß möglicher Weise allen Körpern nur eine und dieselbe ausgedehnte, theilbare und undurchdringliche Urmaterie zu Grunde liege, und daß die Verschiedenheit, welche an denselben wahrgenommen wird, nur eine Folge der ungleichen Größe, Gestalt, der Ruhe oder Bewegung, und der gegenseitigen Lage der Atome sei. In der Verschiedenheit der Gestalt der kleinsten Theilchen suchte Boyle auch den Grund, weshalb der eine Stoff durch ein Lösungsmittel angegriffen wird und der andere nicht; so war der zu jener Zeit wirklich bedeutende englische Naturforscher z. B. der Ansicht, daß die Ursache der Unlöslichkeit des Goldes in Salpetersäure, welche das Silber auflöst, in dem Umstande liege, daß die Partikeln der Säure in die Zwischenräume des Silbers, aber nicht in die des Goldes eindringen können.

Boyle fand zuerst die Unterschiede zwischen einfachen und complicirten Verbindungen, zwischen näheren und entfernteren Bestandtheilen auf; so sagt er z. B. in seinem bereits erwähnten *Sceptical chimist* oder *Chemista scepticus*; „*Licet enim nonnulla (corpora) ex coalitionibus immediatis elementorum, ipsorumve principiorum, constare videantur, ex indeque prima mista, seu mista primaria possint appellari: videtur tamen, multa corpora misceri, ut sic dicam, secundo, cum immediata ipsorum ingredientia non sint elementaria, sed haec mista primaria modo commemorata, atque ex pluribus eorum, quae sunt generis hujus secundarii mistorum, emergere: per ulteriorem compositionem potest tertium genus, et ita deinceps.*“

Boyle legte sich sogar schon eine Frage vor, welche noch in der Gegenwart zur Erörterung kam, nämlich ob Verbindungen ungleicher Ordnung sich wieder vereinigen können, z. B. ein Element mit einer Verbindung, oder ob auch zwischen Substanzen von verschiedenem Grade die Zusammensetzung weiterer Vereinigung möglich ist. Er entschied sich für Letzteres und sagte: „*neque est improbabile, quaedam corpora ex corporibus mixtis, non quae omnia ejusdem sint ordinis, sed diversorum, constitui; ut (exempli causa) concretum aliquod constare ex ingredientibus potest, quorum unum potuit esse corpus mixtum primarium, alterum vero secundarium; — vel forte compositum esse ex mixtis corporibus potest, quorum alia ad primum, alia ad tertium genus pertinent.*“

Boyle verbreitete unlängbar nicht allein theoretisch, hinsichtlich der Anschauung der Verbindungen, großes Licht, sondern auch für die praktische Ausmittelung der Bestandtheile. Er hat sogar die Bestandtheile der verschiedenartigsten Verbindungen mit Erfolg zu bestimmen versucht; auch findet man von ihm die Ansicht ausgesprochen, daß die hervorstechendsten Eigenschaften der Bestandtheile verschwinden, wenn diese Verbindungen sich vereinigen.

Boyle hat um die Affinitäts-Erscheinungen sich sehr verdient gemacht; so kannte er z. B. die Verwandtschaftsreihe, in welcher verschiedene Metalle (Zink und Eisen, Kupfer, Silber) zu den Säuren stehen; ferner die große Affinität, welche Laugenfalze, im Vergleich mit den Metallen, zu den Säuren haben u.

Boyle war mit den Bestandtheilen vieler Körper, wenn auch nur qualitativ vertraut. Er stellte zuerst den Begriff von Säuren und Alkalien, bezüglich der Veränderung der Pflanzenfarben, auf; nach ihm schlagen die einen nieder, was in den anderen gelöst war, so daß die einen die Pflanzenfarbe wiederherstellen, welche die anderen zuvor veränderten; eben so auch bezüglich der gegenseitigen Aufhebung der hervorstechendsten Eigenschaften. Er stellte so für die beiden wichtigsten Verbindungs-Ordnungen der Chemie solche charakteristische Merkmale fest, welche noch heute zur Erkennung Anwendung finden.

Boyle hielt sich ferner von der Identität der Vitriolsäure mit der Schwefelsäure überzeugt; jedoch trug er Bedenken, obgleich er, nach Behandlung dieser mit Terpentinöl gemischten Säure in einer Retorte mit Feuer, Schwefel erhielt, der damals herrschenden Meinung, daß Schwefel aus dieser Säure und einem verbrennlichen Stoff zusammengesetzt sei, beizustimmen. So heißt es z. B. in seinem *Chemista scepticus* p. 197. „Adeo ut ab hoc Experimento deducere possim vel harum Propositionum alteram, vel utramque; Verum Sulfur posse confici ex duarum ejusmodi Substantiarum, quas Chymici pro Elementaribus habent, quarumque neutra seorsim tale Corpus in se continebat, Conjunctione; vel Oleum Vitrioli, licet destillatus sit liquor, parsque habeatur Salini Principii et Concreti illius, quod eum suppeditat, posse tamen Corpus esse adeo compositum, ut, praeter Salinam ejus partem, Sulfur contineat vulgari Sulfuri simile, quod vix ipsum, simplex et incompositum Corpus fuerit.“ Jedoch hatten ihn eigene Versuche belehrt, daß sich dieser Schwefel in kochender Lauge auflöse, durch seine Vermittelung auch Spiesglanz, so wie in Kaltwasser und dann durch seine Vermittelung auch Arsenik u. Auch die Salpetersäure kannte er ihren wichtigsten Eigenschaften nach; er wußte aus Erfahrung, daß sie mit Schnee vermischt eine weit stärkere Kraft hat, Frostkälte zu erhöhen, als Vitriol-, oder Kochsalzsäure (d. h. Schwefelsäure, oder Salzsäure), daß sie ferner mit Weingeist sich erhitzt und mit demselben einen sehr angenehm versüßten Geist liefert. Er kannte auch die rothe Farbe ihrer Dämpfe so wie das Salpetergas, welches aufsteigt, wenn man Eisen oder Silber in Scheidewasser wirft, sobald dieses mit der Luft in Berührung kommt. Ihm war ferner auch bekannt, daß die Salpetersäure Quecksilber, Blei, Kupfer und Silber vollständig auflöst, daß die Kupferauflösung schon gefärbte Krystalle liefert, daß die Silberauflösung, wenn sie unrein ist, ihren Kupfergehalt durch eine blaue Farbe verräth u.

Boyle lehrte das Königswasser aus Salpetersäure auch mit Salmiak (*Considerations and Experiments touching the origin of qualities and forms Ex-
perim. V. Works, Bd. II., S. 509, 510*) und Küchensalz (*Historia fluiditatis et firmitatis* p. 16) durch Vermischung mit dem letzteren auch durch Ueberziehen

(Considerations and Exp. etc., Bd. II., S. 509) bereiten, obgleich die Auflösung des Goldes auch mittelst einer Mischung aus Salpeter und Kochsalzgeist (Historia fluiditatis et firmitatis), und selbst einmal mit einem unvermischten Kochsalzgeiste (de infido experimentorum successu p. 129) ihm gelang. Auch daß diese Auflösung Haut, Nägel, Elfenbein u. s. w. haltbar purpurroth färbt (Experim. et consideration. de coloribus p. 322. „Aurum in Aqua Regis dissolutum, tingit, [quod vulgo notum non est], Ungues et Cutim, cultrorumque capulos, aliaque opera Eburnea, non Aureo colore, sed Purpureo, qui licet nonnisi tardius se prodat, durat tamen et vix nunquam potest elui“) war zu Boyle's Zeit bekannt.

Boyle wußte, daß die Kochsalzsäure mit Scheidewasser Königswasser liefert, daß die Salze, welche sie mit Laugensalzen erzeugt, mit Vitriolsäure heftig schäumen und rauchen, daß sie das Silber als einen weißen Staub aus Scheidewasser niederschlägt (Natural history of human blood T. XXII. Works Bd. IV., S. 171); ihm war bekannt, daß sie überhaupt starke Anziehungskraft zum Silber besitzt (Considerations and Experiments touching the origin of qualities and forms Works. Bd. II., S. 507); er kannte ferner die auflösende Kraft dieser Säure für Eisen und Kupfer. Dagegen hatte er Blasensteine in Mineralsäuren aufzulösen, vergebens versucht (Exercitationes de atmosphaeris corporum consistentium, Lugd. Bat. 1666. 12. „Cum inciderem aliquando in Calculos, e vesicis humanis exactos, quorum textura adeo erat compacta, ut non possem Menstruis Corrosivis sensibilem ullam in eorum uno, cum subiciebam Experimento, solutionem efficere, quantumvis, ad promovendum Liquoris operationem, partem ipsius in pulverem redegissem“).

Die Schwerlöslichkeit der schwefelsauren Kalkerde gab Boyle Veranlassung, in löslichen Kalksalzen und in der Schwefelsäure die Mittel zu finden, sich gegenseitig in Auflösungen erkennen zu lassen; ihm war ferner die Reaction des Silbers auf Chlornasserstoffsäure wohl bekannt; er benutzte nebenbei noch die Metallsfällungen als Hülfsmittel der Analyse und wo ihm die Niederschläge nicht völlig charakteristisch schienen, suchte er Farbenveränderung der Auflösung durch Zusatz von Reagentien als sicheres Kennzeichen zu benutzen. Boyle machte ferner die Beobachtung, daß der Phosphor beim Verbrennen einen Rückstand läßt, welcher alle Eigenschaften einer Säure besitzt und namentlich sich mit Alkalien und Kalk, unter Aufbrausen verbindet. — Er machte die Entdeckung der Phosphorsäure, des Kupferchlorürs, der flüchtigen Schwefelleber; lieferte die erste sichere Nachweisung eines Unterschieds der Alkalien einmal in fixe und flüchtige, auch nach ihrem chemischen Verhalten; sodann in solche, welche mit Säure aufbrausen und mit Weingeist gerinnen, im Gegensatz zu denen, welche diese Eigenschaft nicht besitzen. Ferner untersuchte Boyle den Einfluß der Wärme, Säuren und Alkalien auf Eiweiß, Blut, Milch u. s. w. genauer und legte durch seine ohne Vorurtheil und mit Umsicht angestellten Versuche einen festen Grund zu weiteren Forschungen. Auch er hatte z. B. eben so, wie schon Vako Berulam, wahrgenommen, daß Eiweiß

mit Weingeist geschlagen, gerinne. (Historia fluiditat. et firmitat. Sect. XXXIII. p. 103. 104: „Atque aliud huic congrue experimentum, ab illustri Francisco Bacone traditum intelligo, qui doceat, ovorum albumina cum Vini Spiritu coagulare; et sane, modo aliquam circumstantiam observes (ab ipso, ut audio, praeteritam) diligentem scilicet amborum corporum concussionem, fitque bonae notae spiritus, quem adhibes, experimentum feliciter succedet, adeo ut recorder, me hac ratione coagulum intra horae circiter minutum fecisse, unde nullus liquor destillaret);“ aber eben dieses Eiweiß sah er auch, sowie Blutwasser, über gelindem Kohlenfeuer (in ebenderfelben Schrift S. 165: et hoc tamen serum aequae celeriter (si non multo celerius) ac ovorum albumina super leni favillarum igne coagulatur), ferner von Maun (S. 104: „longa quippe albuminis ovi cum alumine concussionem maximam illius partem in coagulum reduces“), wie Blutwasser (Natural history of human blood. Works B. IV. 173), von Vitriolöl, von Kochsalzgeist (of the reconcileableness of specific medicines to the corpuscular philosophy. Propos. II. B. IV. S. 312) und, sowie Milch (ebendasselbst a. u. a. D.: „And the like coagulation may easily be effected in milk, which may not only be speedily curdled with spirit of salt, but, as is known by bodies not chymically prepared, as rennet and juice of limous) und Blut, auch von anderen Säuren gerinnen. — Auch er bestätigte die Beobachtung, daß das Blut durch Vermischung mit der Luft eine höhere rothe Farbe annimmt u.

Boyle empfahl ferner die Anwendung chemischer Präparate als Arzneimittel und suchte über die eigenthümliche Wirksamkeit neu entdeckter oder noch nicht angewandter Substanzen, sowohl durch eigene, als auch Anderer Beobachtungen, sich aufzuklären. Boyle gab verbesserte Vorschriften für die Salmiakbereitung, für die Trennung von Metallen, für die Bereitung von Farben, Beizen, Glasflüssen, zur Bestimmung einer Erde auf ihren Salpetergehalt; er suchte für Holz ein billigeres Brennmaterial anwendbar zu machen u.

Boyle's Werke, von denen schon verschiedene citirt worden, sind mit großer Klarheit abgefaßt. Dieselben wurden meistens, wie bereits aus den Citaten ersichtlich, in englischer und lateinischer Sprache herausgegeben. Sein schon mehrfach erwähntes Werk: „Sceptical chemist oder Chemista scepticus“ verfolgte den Zweck, sowohl die Elemente der Peripatetiker, als auch die der Alchemisten zu bekämpfen. In seinen Certain physiological essays, (Tentamina quaedam physiologica), welche ebenfalls 1661 erschienen, wird die Art, Versuche anzustellen, besprochen; auch gedenkt er darin der Corpusculartheorie und der Ursachen des Aggregatzustandes der Körper. In den Considerations and experiments touching the origin of qualities and forms (1669) ist Vieles enthalten, welches über seine Begriffe von der Verwandtschaft Aufschluß gibt, und es finden sich darin auch manche Wahrnehmungen über die Eigenschaften verschiedener Körper, Säuren und Salze; überhaupt ist ein reicher Schatz einzelner Erfahrungen darin niedergelegt worden. Im Jahre 1663 übergab Boyle „Experiments and con-

siderations touching colours oder *Experimenta et considerationes de coloribus* der Deffentlichkeit. Die von Boyle im Jahre 1684 (auch bereits citirten) veröffentlichten „*Memoirs for the natural history of human blood*“ enthalten Manches über flüchtiges Laugensalz, welches er, außer aus anderen Substanzen, auch aus Blut darzustellen verstand, ferner über die chemischen Eigenschaften des Bluts und anderer thierischen Flüssigkeiten etc.

Seine Versuche über Verbrennung und verwandte Gegenstände finden sich hauptsächlich in seinen „*Tracts, containing suspensions about some hidden qualities of the air* (1674)“ und seinen *Experiments to make Fire and Flame stable and ponderable* (*Experimentis novis, quibus ostenditur posse partes ignis et flammae reddi stabiles ponderabilesque*), welche im Jahre 1673 herausgegeben worden sind. — Ueber Anwendung analytischer Operationen auf nassem Wege handelt besonders ein Werk, welches unter folgendem Titel erschien: *Previous hydrostatical way of estimating ores and an Account of a way of examining waters as to freshness and saltness*, von denen die letztere Schrift erst nach Boyle's Tode veröffentlicht wurde. Selbst die *Philosophical Transactions* für 1668—1692 enthalten verschiedene Arbeiten von ihm. — Daß aber seine Schriften wirklich einen Anflug sich erworben haben, dafür spricht die große Anzahl von Auflagen, welche dieselben erlebten; die rasche Verbreitung, deren diese Schriften sich erfreuten, ist gewiß ein Zeugnis für die Vortrefflichkeit derselben.

Die Anzahl seiner literarischen Arbeiten ist in der That eine sehr beträchtliche; es mögen daher, außer den bereits erwähnten, noch einige, welche für die Chemie Interesse haben, hier Erwähnung finden, z. B.: *Essay about the origin and virtue of gems*, London 1672; lateinisch mit der Aufschrift: „*Specimen de gemmarum origine et virtutibus*“ — — interprete C. S. Hamburg. et Amterod. 1673. 12. London 1673. 8.; ferner: „*Some Observations about shining Flesh both of Veal and of Pullet*“ (*Philosophical Transactions* 1672); sodann: „*Tracts, containing: News Experiments touching the Relation between Flame and Air, and about Explosion*“; London 1672 und 1691; ferner: „*Essay of the strange Subtlety, great Efficacy, determinate Nature of Effluvia*“; auch in's Lateinische übersezt 1673; — „*An Experimental Discourse of Quicksilver growing hot with Gold*“ (*Philosophical Transactions* 1676); ferner:

„*Experiments, Notes etc. about the mechanical origin or production of divers particular qualities*“; London 1675, in lateinischer Sprache London 1676; — *Short Memorial of some Observations made upon an artificial Substance*. London 1678; — *Curiosities in Chimistry being new Experiments and Observations, concerning the Principles of natural bodies*; London 1691; — *The general history of the air designed and begun*; London 1692, 4. Works. Bd. V. p. 105—197 etc.

Während Boyle's Zeit entwickelte sich der Sinn für Erweiterung der naturwissenschaftlichen Kenntnisse immer mehr; so wurden z. B. *Miscellanea curiosa sive Ephemerides medico-physicae Germaniae Academiae Naturae curiosorum* von

einer Gesellschaft herausgegeben, welche im Jahre 1672 vom Kaiser Leopold I. ihre Bestätigung erhielt und sich alsdann Academia Caesareo-Leopoldina nannte. Sie enthalten schon aus jener Zeit Vieles, was sich auf Chemie bezieht, mehr indessen, was den Geist der damaligen Periode von der Schattenseite kennen lehrt. Uebrigens standen die bedeutenderen Chemiker, welche Deutschland damals aufweisen konnte, mit jener Zeitschrift und der Akademie nur in sehr entfernter Verbindung, wiewohl ein Mann Namens Johann Kunkel, zu Rendsburg 1630 geboren*), welcher einen großen Ruf als Chemiker sich erworben hatte, einige chemische Beobachtungen mittheilte. —

Der Vater dieses Mannes wurde als Scheidekünstler und Alchemist von dem Herzoge von Holstein unterhalten, und der genannte Sohn zeigte schon früh Neigung für die Chemie; er beschäftigte sich sowohl mit der technischen, als auch mit der pharmaceutischen Chemie, nahm indessen gleichzeitig schon alchemistische Begriffe in sich auf, welche später seinen Forschungen eine verkehrte Richtung gaben.

Kunkel (Johann) diente vorzugsweise den Fürsten, welche an die Möglichkeit der Goldmacherkunst glaubten und daher einen zuverlässigen Mann für sich arbeiten ließen. Dadurch gelangte denn Kunkel auch schon 1654 in die Dienste der Herzöge Karl und Julius Heinrich von Lauenburg, als Kammerdiener, Chymist und Aufseher der Hof- und Leibapothek. Trotz aller Versuche aber, welche er, um Gold zu machen, mit seinen Herren anstellte, wurden dieselben nicht mit Erfolg gekrönt. Er verließ alsdann seine Stellung und trat in gleicher Eigenschaft in die Dienste des Kurfürsten Johann Georg II.**). Seine Anwesenheit in Dresden war, da mißgünstige Gehülfen ihn anfeindeten, nicht von großer Dauer; sondern er entsagte sehr bald dem sächsischen Dienste, und übersiedelte nach Wittenberg, wo er eine kurze Zeit hindurch Vorlesungen über Experimental-Chemie hielt. Von hier aus wurde er im Jahre 1679 durch den Kurfürsten Friedrich Wilhelm von Brandenburg nach Berlin berufen, um dort als geheimer Kammerdiener und Director des alchemistischen Laboratoriums zu fungiren. Nach dem Tode des Fürsten wurde sein Laboratorium durch Brandstiftung zerstört und auch in Berlin fühlte er sich nicht länger heimisch, weshalb er sich ein Landgut in der Mark kaufte, um auf demselben ungestört seinen chemischen Arbeiten leben zu können. Er folgte indessen sehr bald einem Rufe nach Stockholm, welchen Karl XI. an ihn ergehen ließ. Von diesem Fürsten wurde er zum Bergrath ernannt, erhielt von demselben den Beinamen: „von Löwenstjern“, wurde in den Adelsstand erhoben und starb zu Stockholm im Jahre 1702.***)

Leider hatte Kunkel eine unvollkommene Erziehung genossen, so daß er vielen Vorurtheilen huldigte; und namentlich die Möglichkeit der Metall-Verwandlung, sowie die Auffindung der Mittel sie zu bewerkstelligen, beschäftigte ihn mehr, als sonst in der Richtung der aufgeklärten Chemiker seiner Zeit lag; so glaubte er z. B. fest an die Existenz eines Steins der Weisen und daß derselbe schon dargestellt sei. Seine Ueberzeugung,

*) Nach a. Berichten zu Husum (unweit Schleswig) 1638.

**) Von Sachsen.

***) Nach a. Berichten auf seinem Landgute Dreißighufen bei Bernau.
Gerding, Geschichte der Chemie.

daß sich Gold künstlich hervorbringen und vernichten lasse, beruhte auf mißverstandenen Versuchen. Nach der Meinung seiner Gehülfen sollte er das Geheimniß der Goldmacherkunst besitzen und dadurch wurden in Dresden ihm Unannehmlichkeiten zu Theil, wiewohl auf der anderen Seite er dadurch auch einen Ruf nach Berlin erhielt.

Kunkel zeigte sich in allen seinen Schriften als ein die Wahrheit liebender Mann, indem er das Unfruchtbare seiner eigenen Bemühungen bekannte und häufig die Betrügereien anderer Alchemisten aufdeckte. Letzteres bezog sich namentlich auf die Ungereimtheit des Glaubens an ein allgemeines Auflösungsmittel, den Alkahest, die Täuschungen mit den sog. Goldincturen, welche zu jener Zeit noch zu hohen Preisen gekauft wurden, indem er nachwies, daß sie nicht eine Spur von Gold enthielten, sondern nur aus gewürztem Brauntwein bestanden, welchem durch Zusatz von gebranntem Zucker eine Goldfarbe ertheilt worden war. Ferner kämpfte auch Kunkel sehr dagegen, daß Quecksilber, Schwefel und Salz die letzten Bestandtheile aller Körper seien und zeigte, daß in den organischen Substanzen kein Quecksilber, in den reinen Metallen kein Schwefel enthalten sein könne. Auf der anderen Seite vertheidigte er aber auch, daß alle Metalle Quecksilber in sich enthalten.

Was die analytischen Kenntnisse Kunkel's betrifft, so waren dieselben nicht sehr ausgedehnt; denn obgleich er im Zinnober, Spiesglanz und verschiedenen anderen Mineralien einen Schwefelgehalt richtig erkannt hatte, so läugnete er diesen doch für Bleiglanz, Rothgültigerz, Glaserz und andere solcher Stoffe, die ebenfalls Schwefel enthalten.

Hinsichtlich der Verbrennungs-Theorie schloß Kunkel den zur Zeit herrschenden Ansichten sich an, betrachtete z. B. den Schwefel als aus einem verbrennlichen Stoff und Schwefelsäure bestehend, während er die Gewichtszunahme einer Verkalkung der Metalle zuschrieb.

Um die Chemie machte Kunkel sich namentlich dadurch verdient, daß er einzelne Thatfachen constatirte. So beobachtete er z. B. die Fällung von Gold- oder Silberlösung durch organische Materien und Vitriol; er nahm zuerst die Bildung von Stearopten in flüchtigen Oelen wahr und lehrte auch schon die Bereitung des Salpeteräthers; auch hat er genauere Vorschriften für die Bereitung des Beinglases und Aventuringlases gegeben, welches letztere zu bereiten, bis dahin ein Geheimniß der Venetianer gewesen war. Kunkel gab nämlich an, daß durch Goldkalk dem Glase eine schöne Rubinfarbe ertheilt werden könne. Diesen Goldkalk hatte kurz zuvor ein hamburgischer Arzt, zugleich Leibarzt des Bischofs von Lübeck, Andreas Cassius, besser darstellen gelehrt; aber er verstand es noch nicht, denselben sicher und beständig genug zur rothen Farbe des Glases anzuwenden. Cassius' Sohn veröffentlichte das Verfahren in einer Schrift: „De extremo illo et perfectissimo naturae opificio ac principe terrenorum sidere, Auro, et miranda ejus natura, generatione, affectionibus, effectis atque ad operationes artis habitudine cogitata, experimentis illustrata. Hamb. 1665.“ Uebrigens sagt er nicht, daß er oder sein Vater der Erfinder dieses durch Zinnauflösung gefällten Goldkaltes (Purpura mineralis, Purpura Cassii) sei; denn es heißt an einem andern Orte: „Est tamen modus adhuc alius, quique hactenus secretior fuit, quo per singularem auri mediante liquore Jovis praecipitationem, sulfur ejus fixum eleganter extravertitur.

Kunkel veröffentlichte verschiedene Schriften in deutscher Sprache, welche, wie es damals üblich war, nach dem Erscheinen in lateinischer Sprache verbreitet wurden; so publicirte er z. B. im Jahre 1676 „nützliche Observationes oder Bemerkungen von den fixen und flüchtigen Salzen, Auro et Argento potabili, Spiritu mundi und dergleichen“. Darauf folgten 1677 seine „Chemischen Anmerkungen“, in denen von Principiis chymicis u. s. w. gehandelt wird. Die erweiterte lateinische Ausgabe von 1694 führt den Titel: *Philosophia chymica*.

Im Jahre 1678 gab er über den Phosphor eine „öffentliche Schrift von dem Phosphoro mirabili und dessen leuchtenden Wunder-Pilulen u. s. w.“ heraus; über den Weingeist 1681 eine *Epistola contra spiritum vini sine acido*, welche angegriffen wurde, und zu deren Rechtfertigung er 1685 „einen Probirstein de Acido et Urinoso, Sale calido et frigido“, an die Societät zu London gerichtet schrieb. Eine von ihm herausgegebene „*Ars vitraria experimentalis*“ handelte von der Glasbereitung; ferner erschien in der Zeitschrift der Cäsareo-Leopoldinischen Gesellschaft ein Aufsatz von ihm, welcher über die Austreibung der Salpetersäure durch weißen Arsenik handelte.

Nach seinem Tode (1716) wurde sein Collegium physico-chymicum experimentale seu Laboratorium chymicum publicirt, in welchem auch viele Nachrichten über seine Lebensverhältnisse von ihm selbst erzählt worden sind.

In Schweden hatte zu jener Zeit der königliche Leibarzt Urban Hiärne*) aus Ingermannland sich als ein sehr geschickter und fleißiger, mit günstigem Erfolge gekrönter Scheidekünstler berühmt gemacht; derselbe stellte in dem königlichen Laboratorium zu Stockholm beträchtliche Reihen zum Theil sehr wichtiger Versuche an, welche er öffentlich bekannt machte. Er nahm schon die Zerlegung verschiedener Gewächse vor; auch war ihm die Existenz der Ameisensäure bekannt und er hatte sich sowohl von dem Zuwachs der Metalle bei dem Verfallen durch eigene Versuche, als auch davon überzeugt, daß zwar das flüchtige Laugensalz, welches man bei der trockenen Destillation der Gewächse erhalte, erst durch die Hitze gebildet werde, aber das feuerfeste, welches sich aus der Asche auslaugen lasse, schon zuvor in der Pflanze zugegen gewesen sei; er bildete mehre gute Scheidekünstler aus und gab eine vortreffliche Anleitung zur Prüfung von Gesundwasser, wozu er insbesondere die damals noch wenig bekannten gegenwirkenden Mittel anwandte, und hat auch die Untersuchung einiger schwedischen Wasser publicirt.

Diese Versuche sind in dem von Hiärne herausgegebenen Werke: „*Acta et tentamina chymica, in laboratorio Holmiensi peracta*. Holm. T. I. 1700. II. 1710. 4. cum annotat. J. G. Wallerii 1750 und 1753“ niedergelegt worden; die Untersuchung einiger schwedischen Wasser findet sich in einer Abhandlung: „*Brevis manu ductio ad fontes medicatos et aquas minerales solerter investigandas, rite probandas et arte adplicandas*. Holm. 1707. 12.“; des Wassers von Medevi. Linköping 1677, Stockholm 1680. 1702 u.

*) Geb. 1641 zu Squirrel, gest. 1724 zu Stockholm.

In dem zweiten Tentamen (im zweiten Bande des bezeichneten Werkes; nämlich: „Acta et tentamina chymica“), finden wir von S. 40—51 Notizen über die Salze u. der Ameisen. Ueber den in dieser Hinsicht zuerst ausgeführten Versuch heißt es z. B. daselbst p. 43 u. f. f.:

„Summus itaque quantum erat nobis opus ex majoribus formicis, quas in majoribus tumulis reperire licet, mundatas ab quisquiliis, retortae vitreae indidimus, arenariae cupellae imposuimus, adaptavimus quoque vas recipiens. Igne primum modico urgebamus Liquidum et pellucidum primo phlegma, paulo post Spiritum nigricantem; eoque maximam partem destillato, soluto recipiente vase, eundem collectum asservabamus sedulo; alio jam adaptato vasculo recipiente, auximus ignem donec Volatilis Sal ejus collo adhaerere visus est, oleo committante aliquo modo foetido. Cumque nil ultra per destillationem elici posset, cessabamus ab opere, vasisque refrigeratis seorsim collecta servabamus.

Facto Tentamine percepimus liquorem priorem per omnia referre acidum perfectum, posterius vero sal plane volatile erat, quae duo, cum sibi invicem immiscerentur, mutuam ebullitionem concitabant, cum strepitu ac sibilo, quemadmodum puris salibus Volatilibus ex admixtis acidis contingere solet.

Est autem Acidum hoc formicarum e genere acidorum essentialium dictorum sive acidum nitrosum ejusdem generis ac illud quod in aceto abundat, vel quod ex destillatione colligitur viridis aeris, vel quale ex viridis aeris et Saturni Saccharo destillatur, imo quale prolicitur ex ipso Nitro usque eo ut huic acori mixtum minium vel plumbi laminae adjectae, in consuetam dulcedinem abeant, quod autem per Sulphureum acidum solutum fuerat ab hoc acore turbatur. Die weiteren dort angeführten Tentamina umfassen die Destillate, welche durch Destillation der Ameisen erhalten wurden, die Behandlung der Destillate mit verschiedenen Flüssigkeiten u. Es ist dort von einem sauren und flüchtigen Salze der Ameisen die Rede; es heißt z. B. unter dem zweiten Tentamen*): „ipsum Sal volatile formicarum omnia indicia protulit urinosi sive volatilis salis. Fermentabat cum acidis: turbatur cum Vitriolo Veneris ut calorem excitabat thalassinum (hoc est caeruleo aeruginosum delutum) leviter simul effervescens quemadmodum fieri solet etc. Tentamen V. S. 112 des zweiten Bandes handelt von dem vergrößerten Gewichte gewisser Körper nach dem Brennen oder dem Glühen so wie von dem Verfallen der Metalle, so z. B. von dem des Blei's, Antimons u.; Tentamen III. von dem flüchtigen Laugensalze der Pflanzen, ohne vorherige Fäulniß derselben; Tentamen VI. von dem in den Körpern vor der Verbrennung existirenden fixen Laugensalze; Tentamen VII. De Acido universali sulphureo, et a quo subjecto purum etc.; also von einer Universal-Schwefelsäure u. (nach Paracelsus).

Als besonders hervorragend und als ein Coötan Kunkels ist unter den deutschen Chemikern Johann Joachim Becher anzuführen, da dessen Ansichten zur Grund-

*) V. p. 47 sub VI. Tentamina cum Liquore quarto.

lage der leitenden Theorie dieses Zeitalters, über die Verbrennungs-Erscheinungen wurden und ihm eine Stellung unter den einflußreicheren Chemikern sicherten.

Becher, der Sohn eines sehr gelehrten lutherischen Predigers zu Speyer, wurde 1635 geboren; da aber sein Vater schon frühe das irdische Leben beendete und der dreißigjährige Krieg jene Gegenden Deutschlands zu Grunde richtete, auch der Stiefvater Bechers die Trümmer seines Vermögens noch vollends vergeudet hatte, so war unser Becher von seinem dreizehnten Jahre an genöthigt, durch Unterricht sich, seine Mutter und seine beiden Brüder in der Fremde zu ernähren. — Die Nächte widmete er großen Theils dem Lesen von allerlei Büchern, dem Nachdenken, sowie seinen Untersuchungen, und so bildete er sich, ohne mündlichen Lehrer, vielmehr beinahe durch sich selbst, zu dem Manne, der bei größerer Mäßigung seiner Leidenschaften, größerer Klugheit in seinem Betragen, mehr Ordnung und Klarheit in seinen Begriffen, Arbeiten und Schriften, da ihm die Natur so vielen Scharfsinn und große Beharrlichkeit in seinen Unternehmungen verliehen hatte, gewiß einer der ausgezeichnetsten Gelehrten, einer der hellsten und fruchtbarsten Köpfe seiner Zeit geworden wäre.

Becher fand Gelegenheit, sowohl Deutschland, als auch Schweden, Holland und Italien zu bereisen und sich mit den ausgezeichnetsten Gelehrten bekannt zu machen. — Im Jahre 1606 wurde Becher durch den Kurfürsten von Mainz zum Professor der Medicin an der dortigen Universität und bald darauf auch zum Leibarzt ernannt, gab aber diese Stellung sehr bald auf, indem er als Leibarzt des Kurfürsten von Baiern nach München ging, wo er eine sehr bequeme und wohl ausgerüstete chemische Arbeitsstätte unter seine Aufsicht und seinen Befehl bekam; aber dort hatte er auch Unannehmlichkeiten, so daß er sich nun nach Wien wandte, wo er an dem Grafen von Zinzendorf, welcher zu jener Zeit als Finanzminister in der österreichischen Monarchie fungirte, einen bedeutenden Gönner fand. Er wurde zum kaiserlichen Commerz- und Kammerrath ernannt, aber er konnte Zinzendorf's Gunst sich nicht lange erhalten; im Gegentheil wurde er von Seiten Zinzendorf's so sehr angefeindet, daß er sich entschloß, mit Frau und Kindern nicht allein Wien, sondern sogar Deutschland zu verlassen. Er ließ sich darauf 1678 zu Haarlem in Holland nieder. Dort machte er den Generalstaaten von Holland und Westfriesland allerlei Gold verheißende Vorschläge, auf deren Ausführung sie sich auch einzulassen schienen; so z. B. erbot er sich, ihnen für das Zugutemachen des Meersandes, nach Abzug aller darauf zu verwendenden Unkosten, eine jährliche Einnahme von einer Million Thaler zu verschaffen. Nach Becher sollte nämlich der Sand, mit gewissen Zuthaten geschmolzen, an eine Mark Silber, welche man hinzusetze, immer ein $\frac{1}{2}$ Gold mittheilen, und wenn der Proceß mit 1,000,000 Mark Silber täglich fortgesetzt werde, solle der jährliche Gewinn die angegebene Summe betragen. Die holländischen Staaten gingen auf den Vorschlag ein und sicherten dem Erfinder eine Prämie und eine Dividende von dem zu hoffenden Gewinn zu. Die erste Probe (1679) lieferte durch den Zusatz von 1 Mark Silber zu dem Meersand 6 $\frac{1}{2}$ Gold; aber dennoch ließ man, nach Becher's Abreise von Holland, die Fortsetzung

dieser Versuche fallen. Im Jahre 1680 trieb Becher's unruhiger Geist ihn nämlich nach Großbritannien, wo er die schottischen und 1681 noch die Berg- und Hüttenwerke Cornwall's besuchte, sowie auch verschiedene Vorschläge zu deren Verbesserung gab. Aber er entschloß sich bald, die so vortheilhaften und ihm willkommenen Anerbietungen von Seiten des Herzogs von Mecklenburg-Güstrow anzunehmen, aber diese Ruhe genoß er nicht lange, denn schon im Jahre 1682 verließ er das Zeitliche und mit ihm erstarb ein großer Theil unerfüllter Hoffnungen.

Becher war, wie aus dem obigen Beispiel sich ergibt, sehr geneigt, Speculationen sich hinzugeben; auch suchte er die Möglichkeit der Metall-Erzeugung durch Versuche zu beweisen, indem er Lehm mit Del tränkte, glühte und das Eisen mit dem Magnet herauszog. — In Beziehung auf die theoretischen Ansichten, durch welche er einen großen Einfluß auf die Chemie ausgeübt hat, mag bemerkt werden, daß Becher hauptsächlich mit der Zusammensetzung der Körper sich beschäftigte und annahm, daß alle unterirdischen Körper erdiger Natur sind und ihre Bestandtheile sich auf die einfachen erdigen Substanzen zurückführen lassen. Er nahm drei Grunderden, die brennbare, verglasbare und mercurialishe, als Principien der Schmelzbarkeit, Brennbarkeit und Flüchtigkeit an, und nach ihm sollen diese drei Grunderden in allen Metallen enthalten sein; nur seien sie in verschiedenen Verhältnissen mit einander vereinigt, bilden mit Wasser Salze und es entspreche durch diese Verbindung eine gewisse Urfäure (*Acidum primigenium*), welche als Bestandtheil in allen Säuren enthalten sei und diesen die saure Eigenschaft mittheile.

Die praktischen Angaben, welche Becher gemacht hat, sind von geringer Bedeutung; so hat man z. B. in seiner Angabe, daß aus Vitriol oder dessen Säure mit Weinsteinöl oder Borax ein flüchtiges Salz erhalten werden könne, die Entdeckung des Sedativsalzes sehen wollen, obgleich dieses zwar nicht richtig ist. Eben so muß auch seine Angabe auf einem Irrthum beruhen, daß er Vitriolöl und Weingeist, in rectificirtem Zustande bei der Mischung sich habe entzünden sehen. Durch Geheimnißkrämerei haben einige seiner Entdeckungen keine Früchte getragen, denn sie mußten noch einmal gemacht werden, damit seine Angaben nur verständlich und glaublich wurden, und dann waren diese schon vergessen.

Was die literarische Productivität betrifft, so hat Becher eine beträchtliche Anzahl Schriften herausgegeben, von denen jedoch ein großer Theil der chemischen Literatur nicht angehört, sondern Geschichte, Finanzwesen, Technologie, Pädagogik u. betrifft.

In mehrern Schriften Becher's sind zwar viele zum Theil noch ungedruckte Vorschriften, sowie auch Versuche, Erfahrungen und Geheimnisse Anderer zusammengetragen worden, aber es findet sich doch in seinen Werken auch viel Eigenes. So machte er z. B. Vorschläge zu neuen, hauptsächlich tragbaren Öfen, die noch lange nach seiner Zeit geschätzt wurden (*Laboratorium portatile*); ferner machte er auf das fast in der ganzen Natur verbreitete Eisen und auf dessen leichte Darstellung in vollkommener Metallgestalt durch ledigliche Behandlung mit verbrennlichen Stoffen im Feuer aufmerksam. — (*Experimentum chemicum novum, quo artificialis generatio et transmutatio ad oculum demonstratur. Franc. 1671.*) Er kannte zuerst, ohne noch

zu wissen, daß sie in dem Borax vorkommt, die Borsäure (in dem 1674 erschienenen *Suppl. II. in Physicam subterraneam. Thes. chem. VI. 189, 190 „ubi etiam continuato igne, sal volatile acquies. Quod eadem methodo cum vitriolo seu spiritu et oleo vitrioli et oleo tartari vel borace succedit.“*) Er war einer der ersten, welcher die Mineralien nach ihren chemischen Verhältnissen eintheilte, wußte auch schon Spießglanzbutter ohne Sublimat zu bereiten, erläuterte die Lehre von der Gährung etc.

Von seinen sich auf die Chemie beziehenden Werken mögen nachstehende angeführt werden: *Metallurgia oder Naturkunde oder Naturkündigung der Metalle; Institutiones chymicae; Parnassus medicinalis illustratus*, oder ein neues und vormals noch nie gesehenes Thier-, Kräuter- und Berg-Buch; *Oedipus Chymicus seu institutiones chymicae; Acta Laboratorii Chymici* *) *Monacensis seu Physica subterranea; Experimentum chymicum novum*, quo artificialis et instantanea metallorum generatio et transmutatio ad oculum demonstratur; *Supplementum secundum in Physicam subterraneam*, demonstratio philosophica seu *Theses Chymicae*, veritatem et possibilitatem transmutationis metallorum in aurum evincentes; *Trifolium Becherianum Hollandicum; Experimentum novum ac curiosum de Minera arenaria perpetua etc.; Chymischer Glückshafen u. s. w.; Magnalia naturae; Tripus hermeticus fatidicus pandens oracula chymica seu: 1) Laboratorium portatile, 2) Centrum mundi concatenatum, 3) Alphabetum minerale seu viginti quatuor theses de subterraneorum mineralium genesi, textura et analysi etc.*

Einer der weiteren Gelehrten, welche aus dieser Zeit Erwähnung verdienen, ist Wilhelm Homberg, der, ursprünglich einer sächsischen Familie angehörig, im Jahre 1652 zu Batavia geboren war, wo sein Vater in den Diensten der ostindisch-holländischen Compagnie stand. In noch früher Jugend, als sein Vater nach Europa zurückkehrte, genoß Homberg seine erste Ausbildung zu Amsterdam, studirte dann zu Jena, Leipzig und Prag Jura und ließ sich 1674 als Advocat zu Magdeburg nieder, wo er nebenbei mit Naturwissenschaften, und zwar zunächst mit Botanik, sodann mit Astronomie und später mit den physikalischen Wissenschaften sich beschäftigte, in welchen letzteren er hauptsächlich durch den Bürgermeister Otto von Guericke, dem hinreichend bekannten Erfinder der Luftpumpe unterstützt wurde. — Das zunehmende Interesse an solchen Forschungen ließ endlich Homberg den Entschluß fassen, sich ihnen ganz zu widmen; er gab daher die Ausübung der Rechtswissenschaft auf — und begab sich nach Italien, woselbst er längere Zeit zu Padua, Bologna und Rom Naturwissenschaften und Medicin studirte. Von da reiste er durch Frankreich nach England, wo er mit Boyle befreundet wurde, in dessen

*) Becher's chymisches Laboratorium oder unterirdische Naturkündigung ist 1680 bei Haas in Frankfurt in deutscher Sprache erschienen. Dieses Buch handelt zunächst von der Erschaffung der ganzen Welt, vom Himmel und von der Erde, von den in der Natur verborgenen Schätzen, den Mineralien, und von den im Erdschooße vorhandenen Metallen, insbesondere auch in einer höchst merkwürdigen Weise von der Verwandlung der Metalle etc.

Laboratorium er sich einige Zeit mit Chemie beschäftigte. Nach Deutschland zurückgekehrt, erlangte er zu Wittenberg die Doctorwürde in der Medicin und machte Kunkel's Bekanntschaft. Er bereiste hierauf Ungarn, ging nach Schweden und von da zum zweiten Male nach Frankreich, wo er sich an die bedeutenden Chemiker in Paris anschloß. Im Jahre 1682 trat er zu der katholischen Religion über und lebte zu Paris bis 1688, von wo er dann wieder nach Rom zurückkehrte. Hier hielt er sich einige Jahre hindurch auf, erwarb sich einen bedeutenden Ruf als Arzt, und als er im Jahre 1691 nach Paris zurückkehrte, wurde er zum Mitglied der Akademie ernannt. Seine persönlichen Verhältnisse wurden noch mehr dadurch gesichert, daß er im Jahre 1704 von dem Herzoge von Orleans zu dessen Leibarzt erwählt wurde. Diese Stellung nahm er bis zu seinem Tode (1715) ein. —

Es ist nicht zu läugnen, daß Homberg viele für die Chemie wichtige Entdeckungen gemacht hat, wiewohl sie sehr vereinzelt dastehen. Die theoretischen Ansichten haben jedoch der Wissenschaft keine besonderen Früchte getragen, da Homberg noch, ganz wie die Alchemisten, Schwefel, Salz und Quecksilber als Urbestandtheile der Körper annahm. Die literarischen Leistungen Homberg's sind sämmtlich in den Memoiren der Pariser Akademie niedergelegt worden; — die Jahrgänge 1632—1714 enthalten über dreißig von ihm verfaßte Abhandlungen.

Ein College Homberg's in der Akademie war Nicolas L'Émery*), welcher ebenfalls in der Geschichte der Chemie sich einen Namen erworben hat. Derselbe war im Jahre 1645 zu Rouen geboren worden und legte schon frühzeitig eine große Neigung für die Scheidekunst an den Tag, widmete sich daher der Apothekerkunst und kam zu dem Ende zu einem Apotheker, einem seiner Verwandten in die Lehre. Da jedoch der Unterricht, welchen er bei demselben genoß, nicht genügte, so wählte er im Jahre 1666 Paris für seine Studien, wo ihm aber die geistlosen Beschäftigungen der damals berühmtesten Chemiker ebenfalls wenig zusagten, so daß er sehr bald Paris mit Montpellier als Aufenthaltsort vertauschte, woselbst er die Heilkunde ausübte und jungen Leuten in der Chemie Unterricht erteilte. Obgleich er nun hierdurch, nach einigen Jahren, seinen Ruf als Lehrer der Chemie fest begründete, so kehrte er dennoch im Jahre 1672 nach Paris zurück und errichtete daselbst eine Officin, welche ihm ein reichliches Auskommen sicherte; hielt daneben Vorlesungen über Chemie, welche stark besucht wurden und den Ruhm seiner Gelehrsamkeit in allen Klassen der Gesellschaft, sogar weithin verkündeten, so daß selbst Ausländer wißbegierig herbeieilten, um seinen Unterricht zu genießen, wiewohl ihm dieses Glück nicht lange Zeit hindurch vergönnt war, da schon 1681 die Verfolgungen gegen ihn, als Protestanten, begannen; dennoch glaubte er in Frankreich einen sicheren Standpunkt behaupten zu können und lehnte einen Ruf nach Berlin ab, wohin ihn der Kurfürst von Brandenburg als Professor zu haben wünschte; er mußte jedoch im Jahre 1683 nach England flüchten, wo er von Karl II. wohlwollend aufgenommen wurde. — Da nun bald

*) Gewöhnlich Nicolas Lémery, im Deutschen: Nicolaus Lemery.

die Aufregung in Frankreich sich gelegt zu haben schien, so kehrte Lémery 1684 zurück, indem er hoffte, er werde nun, wenn auch nicht als Lehrer der Wissenschaft, doch als Arzt ohne Umstände fungiren können, so daß er zu dem Ende auf der Universität zu Caën die medicinische Doctorwürde sich erwarb und wiederum in Paris als praktischer Arzt auftrat. Leider aber stieß er hier auf dieselben Widerwärtigkeiten von Neuem, und war er, in Folge derselben, mit seiner Familie der Verfolgung Preis gegeben, welche er indessen nicht zu ertragen vermochte, so daß er zur katholischen Religion übertrat, wodurch er, nach einigen Schwierigkeiten, bald in die früheren angenehmen Verhältnisse wieder gelangte, und als Arzt, sowie als Chemiker großes Ansehen sich erwarb; auch sogar erreichte er, im Jahre 1699 in die Akademie aufgenommen zu werden, in welcher er bis zu seinem Tode (1715) als thätiges Mitglied wirksam war.

Was die Verdienste Lémery's um die Chemie anlangt, so sind in dieser Beziehung einige neue Beobachtungen zu erwähnen, wiewohl Lémery an der Ausbildung der theoretischen Ansichten nur einen geringen Antheil hatte. Er nahm an, daß die Gewichtszunahme bei der Veralkung der Metalle von einem ponderablen Feuerstoff herrühre; er widerlegte ferner, daß die ätzende Eigenschaft des Quecksilberchlorids (Quecksilbersublimats) einem Gehalt an Vitriolsäure zuzuschreiben sei. Er beschäftigte sich mit der Untersuchung des Kuhharns, der Kelleraffeln und ähnlicher Gegenstände; er suchte ferner manche Naturerscheinungen zu erklären; so wandte er seine Beobachtung, daß Eisenfeile mit Schwefel feucht gemengt sich erhitzt, und bei größeren Mengen wohl gar Entzündung eintreten kann, zur Erklärung der vulkanischen Erscheinungen an und war der Ansicht, daß diese auf einem chemischen Proceß beruhen. Die Entdeckungen, welche durch Lémery gemacht wurden, hat derselbe in mehreren Abhandlungen, in den *Mémoires* der Pariser Akademie (während der Jahre 1700—1712) publicirt. Im Jahre 1707 gab er ein *Traité de l'antimoine* heraus, in welchem eine Reihe von Versuchen über das Antimon enthalten ist; besonders berühmt wurde er aber durch sein Lehrbuch der Chemie, welches unter dem Titel: „*Cours de Chymie*“ (contenant la manière de faire les opérations, qui sont en usage dans la médecine, par une methode facile. — Avec des raisonnements sur chaque opération, pour l'instruction de ceux, qui veulent s'appliquer à cette science à Paris 1675) erschien, und in welchem sämtliche zur Zeit bekannten chemischen Beobachtungen und Thatfachen in Zusammenhang gebracht waren. Dieses Werk galt viele Jahre hindurch für das beste Lehrbuch der Chemie und selbst später wurde das Vortreffliche dieses Werkes anerkannt; ja sogar während des Verfassers Lebzeiten erlebte das Werk dreizehn Auflagen, zuweilen mit einiger Abänderung im zweiten Theile der Aufschrift: z. B. eine zu Paris 1677, 1679, 1682, 1683. 12. Cinquième Edition, revue, corrigée et augmentée par l'auteur suivant la copie; à Paris 1683, 1687, 1690, 1696, 1697, 1698, 1713, (Ed. XI.) 1730 8. nouvelle édition revue, corrigée et augmentée d'un grand nombre de notes et de plusieurs chymiques par Mr. Baron 1756, 4.; zu

Amsterdam 1682, auch in 2 Bänden 1698, 8.; zu Leyden 1697, 1716, 1730, 8.; zu Brüssel 1744, auch 1747, 8.; zu Avignon 1751, 4. — Die ausgedehnte Anerkennung und Verbreitung des Buches wird aber besonders durch die Uebersetzungen in die lateinische*), deutsche**) englische***) italienische†) und sogar in die spanische Sprache bewiesen. Dieses zur Zeit ausgezeichnete Buch, welches dem Verfasser in der 1697 zu Paris erschienenen neunten Ausgabe zu Gebote steht, ist interessant zu lesen und als besonders wichtig darf bemerkt werden, daß Abbildungen von Apparaten sich darin finden, welche für jene Zeit als sehr praktisch und wirklich sinnreich bezeichnet werden dürfen. Das Werk beginnt mit einer Art Einleitung, welche den allgemeinen Theil der Chemie sowie eine Erläuterung der Figuren u. enthält und zerfällt, der Hauptsache nach, was den speciellen Theil betrifft, in drei Abtheilungen, von denen die erste in 22 Kapiteln das Mineralreich, die zweite in 31 Kapiteln das Pflanzenreich und die dritte in 6 Kapiteln das Thierreich vom chemischen Gesichtspunkte behandelt.

In dem allgemeinen Theile oder in den gleichsam als Einleitung die allgemeine Chemie behandelnden Kapiteln verbreitet sich Lémery zunächst über die Abstammung des Wortes „Chemie“ und leitet dasselbe von dem griechischen Worte: *χυμός*, Saft, oder von dem Worte *χέειν*, schmelzen her, weil die Chemie lehrt, die ganz reinen Substanzen von den Gemischen oder Mischungen, welche man zuweilen Säfte nennt, zu trennen, und weil sie das Mittel liefert, die festesten oder starren Körper in Schmelzung zu bringen oder zu versetzen. Lémery sagt nämlich zu Anfang in seinem *Cours de Chymie, de la Chymie en général*: Le nom de Chymie vient du mot grec *χυμός*, c'est à dire Suc, ou du Verbe *χέειν*, qui signifie fondre; parcequ'elle enseigne à separer les substances les plus pures des Mixtes, lesquelles on appelle quelquefois Sucs, et qu'elle donne le moyen de mettre les choses les plus solides en fusion. Ferner erwähnt er, daß, nach Einigen, das Wort aus dem Hebräischen von Chema komme, stimmt aber nicht dafür. Er läßt nicht unerwähnt, daß die Araber

*) Bon J (ak) C (Constant) Rebecque mit der Ueberschrift: „Cursus chymicus continens Modum parandi Medicamenta chymica usitatoria, brevi et facili Methodo: una cum Notis et Dissertationibus super unamquamque praeparationem, ex ultima Editione gallica latina versus. Genev. 1681. 12.

**) *Cours de Chemie* oder der vollkommene Chymist, welcher die in der Medicin gebräuchlichen chemischen Prozesse auf die leichteste und heilsamste Art machen lehrt und mit den scharfsinnigsten Anmerkungen und Urtheilen über jeden Proceß, die Liebhaber dieser Wissenschaft weiter anführt. Dresden. 8. 1698.

***) Mit der Ueberschrift: A Course of Chymistry: containing an easy method of preparing those chymical medecines, which are used in physik. With curios remarks upon each preparations for the benefit of such as desire to be instructed in the knowledge of this art. London 8. 1677, 1686, 1698.

†) Zu Venedig mit der Aufschrift: Corso di chimica di Nic. Lemery tradotto dal Francese ed arricchito di figure in rame 1700 und Corso di chimica e trattato dell' Antimonio. Nuova Edizione corretta ed. accresciuta colle ginate dell'autore T. I—III. 1763.

aus dem Artikel Al und dem Worte Chymie, die Bezeichnung Alchymie gebildet haben. Er führt auch an, daß man sie Spargirie nenne. Dieses Wort betrachtet er als aus den griechischen Ausdrücken *σπᾶν* und *ἀγείρειν*, welche trennen und verbinden oder sammeln bedeuten, zusammengesetzt; jedoch heißt *σπᾶν* eigentlich ausziehen; da man nun aber die chemische Kunst deshalb zur Zeit Spargirie genannt hat, weil sie die nützlichen Substanzen, aus jeder Vermischung mit unnützen, zu trennen und die ersteren uns sammeln lehrt (nach Lémery: *parce qu'elle nous enseigne à separer les Substances utiles de chaque Mixte d'avec les inutiles et à les rassembler*), so dürfte die Ableitung von dem lateinischen *spargere* (gr.: *σπείρειν*) von einander streuen oder theilen, und *ἀγείρειν*, sammeln, eben so richtig, wenn nicht richtiger sein (s. Thl. II).

Er sagt ferner auch: „On l'appelle Art Hermetique, à cause de Hermes, qui en est un de principaux Auteurs. Diese Bezeichnung verdient jedoch am wenigsten Beachtung, da die Bezeichnung einer Wissenschaft oder Kunst nach einem Manne den Inbegriff derselben am wenigsten liefert. Eine größere Berücksichtigung verdient die Bezeichnung Pyrotechnie von *τὸ πῦρ*, das Feuer und *τέχνη*, die Kunst; so sagt Lémery: „On l'appelle enfin Pyrotechnie de *πῦρ* et de *τέχνη*, qui signifient Art de feu; car en effet c'est par le moyen du feu qu'on vient à bout de presque toutes les opérations Chymiques. Lémery definiert die Chemie als eine Kunst, welche die verschiedenen Substanzen, die in einem Gemische vereinigt sind, zu trennen lehrt.

Bezüglich der Grundstoffe der Chemie stellt er den damaligen Forschungen zufolge, deren fünf, das Wasser, den Geist, das Del, Salz und die Erde auf und bezeichnet unter diesen drei als active, den Geist, das Del und das Salz, und zwei als passive, das Wasser und die Erde. Die ersteren drei sind deshalb active genannt worden, weil sie in einer großen Bewegung befindlich, die ganze Thätigkeit der Mischung bewerkstelligen; die anderen sind deshalb passive genannt worden, weil sie in der Ruhe befindlich nur dazu dienen, um die Lebhaftigkeit der activen zu bewerkstelligen. Der Esprit oder Geist, welchen man Mercure (Quecksilber) nennt, ist der erste der activen, welcher uns erscheint, wenn wir die Analyse eines Gemisches machen. Es ist eine feine, durchdringende, leichte Substanz, welche mehr in Agitation ist, als einer der anderen Stoffe. Das Del, welches man, weil es entzündlich ist, Schwefel nennt, stellt eine milde, feine, fettige Substanz, welche dem Geiste sehr nachsteht, dar. Man sagt, daß es die Verschiedenheit der Farben und Gemische veranlasse. Das Salz ist der dichteste der activen Stoffe.

Das Wasser, welches man Phlegma nennt, ist der erste der passiven Grundstoffe. Die Erde, welche man *Teste morte* nennt, ist der letzte der passiven Grundstoffe; sie kann nicht reiner als die anderen abgetrennt werden, denn sie hält immer einigen Geist hartnäckig zurück.

Lémery räumt indessen gern ein, daß diese sogenannten Elemente oder Urstoffe noch weiter theilbar seien; erwähnt sogar auch, daß Andere die Beweise für das wirkliche Vorhandensein dieser Grundstoffe in den Gemischen bezweifeln.

Lémerij selbst sagt ferner, daß die fünf Grundstoffe in den Thieren und Pflanzen leicht, aber in den Mineralien nicht mit einer solchen Leichtigkeit nachzuweisen seien, wovon im zweiten Theile weiter die Rede sein wird. Dieser tüchtigste Chemiker seiner Zeit stellt Betrachtungen über den Ursprung der damals von ihm und Anderen angenommenen chemischen Grundstoffe, sowie über deren Beschaffenheit an. Er spricht sich sodann über den Ursprung des Wortes „Alkali“ in folgender Weise aus: „Il est à remarquer qu' à cause qu'on tire beaucoup de cette espèce de sel, d'une plante qu'on appelle Kali et en Français Soude, on a donné par similitude, le nom d'Alkali au sel fixe de toutes les plantes et que parce qu' en mêlant une liqueur acide avec ce sel, il se fait un effervescence, on a appelé alkali tous les sels volatiles ou fixes et toutes les matières terrestres qui fermentent avec les acides. Hieraus ergibt sich wenigstens, daß Lémerij für die damalige Zeit den Ursprung des Wortes „Alkali“ ganz richtig abgeleitet hat. Er gibt ferner einen Begriff von Alkalien, Säuren und Salzen, woraus klare Vorstellungen hervorgehen, wenn auch dieselben der Jetztzeit weit nachstehen; es wird davon ebenfalls im zweiten Theile weiter die Rede sein. — Es kommen dann weiter die Gährung, die Gerinnung der Milch, die passiven Grundstoffe zur Sprache und man sieht schon aus der ganzen Anordnung, daß von einer allgemeinen Theorie der chemischen Wissenschaft noch nicht die Rede sein konnte, wie auch die mangelhaften Begriffe von den Grundstoffen beweisen. So ist auch die Vorstellung von dem Phlegma als Grundstoff nicht klar und sicher; denn Lémerij sagt sowohl im Allgemeinen über die Grundstoffe, daß eine Spaltbarkeit derselben anzunehmen sei, als auch speciell vom Phlegma, daß dasselbe einen kleinen Antheil activer Principien enthalte.

Den allgemeinen Bemerkungen über die chemischen Grundbegriffe reiht Lémerij eine Beschreibung von Oefen und für chemische Operationen geeigneter Gefäße an. Sodann wendet er sich, nachdem zuvor die schon angedeutete Erläuterung der Figuren vorausgeschickt worden ist, zu den einzelnen Stoffen und Substanzen der drei Naturreiche in chemischer Beziehung, worauf im zweiten Theile Bedacht genommen werden muß. So viel mag indessen aus den hier gegebenen allgemeinen Andeutungen hervorleuchten, daß das Werk Lémerij's für die damalige Zeit als ein vortreffliches Produkt hingestellt werden kann.

Lémerij erwarb sich überhaupt einen dauernden Ruf durch seine Leistungen und ragte zu seiner Zeit über fast alle Chemiker, wenigstens die des Auslandes bedeutend hervor, ja er darf als der bedeutendste bezeichnet werden, so daß Anderer hier nur kurz zu gedenken ist, und wiederum Andere ganz unerwähnt bleiben dürfen, da sie zur Förderung der Wissenschaft nicht beitrugen.

Der Sohn des Nicolas Lémerij, Ludwig Lémerij machte sich ebenfalls als Chemiker bekannt, erreichte seinen Vater aber bei weitem nicht. Er wurde 1677 zu Paris geboren, war Arzt und Mitglied der Akademie und starb 1743; seine Schriften sollen sich in den Memoiren der Pariser Akademie (für die Jahre 1701—1743) befinden.

Anzuführen ist ferner, daß der königl. Hofapotheker Christoph Glaser aus Basel, von welchem noch das durch Verpuffen des Schwefels mit Salpeter erhaltene sog. Mittelsalz lange Zeit den Namen führte, zum ersten Male schon 1663 zu Paris, (nachher 1668, 1763 und 1678), zu Brüssel 1676, zu Lyon 1676 seinen *traité de chymie* herausgab. Dieses Buch, enseignant par une facile méthode les plus nécessaires préparations, wurde 1677 mit der Aufschrift: 1. Chymischer Wegweiser, 1677 von Menudier in's Deutsche übersetzt, sodann 2. Chymischer Wegweiser von einem Philochymico. Jena 1684, 1710, und 3. als ein *Novum Laboratorium Medico-Chymicum* von Joh. Marschall in Nürnberg 1677 herausgegeben. Um die Zeit, wo der *traité de Chymie* erschien, nämlich 1665, kam auch der Jungfrau Mar. Meurdrac mitleidende und leichte Chemie heraus, die mehr aus der deutschen Uebersetzung bekannt ist. Diese Schrift erschien in Frankfurt 1673, 1676, zum dritten Male von Johann Langen 1689, 1712, 1731, Erfurt 1738, Frankfurt. Sie war den Liebhabern der Chemie gewidmet, besonders den löblichen Frauenzimmern zu Gefallen ehemals im Französischen geschrieben worden, später aber auch in's Deutsche übersetzt und sammt einem Tractätlein, wie man allerhand wohlriechende Sachen künstlich präpariren soll, herausgegeben worden. Im Jahre 1667 ist zum ersten Male P. Thibauts *dit le Lorraine Cours de Chymie*, in's Englische übersetzt, mit der Aufschrift: *The art of chymistry, as it is now practised, written in French by P. Thibaut, and now translated into english by a Fellow of the royal Society London 1668*. Anno 1671 ist zu Paris J. Malbec' de Tressel's *Abrégé de la Théorie et des Principes de la Chimie* erschienen.

Im Hinblick auf Italien gab Karl Lancilotti seinen *Guida alla Chymica* 1672 und 1679 und zu Venedig seinen *Nuova Guida alla Chimica* 1687 heraus, von denen Letzterer in's Holländische übersetzt und mit der Aufschrift: *Der brandende Salamander*, Amsterdam 1680 und aus dem Holländischen in's Deutsche mit der Ueberschrift: *Der brennende Salamander oder Zerlegung der zu der Chemie gehörigen Materien*, übertragen wurde. Frankfurt 1681, 1687, Lübeck 1697. — Unter den Engländern lieferten zu jener Zeit Edw. Boonest und Pache dergleichen Werke, wie eine *Aurora chymica or rational way of preparing Animals, Vegetables and Animals for a physical use London 1672* die auch in lateinischer Sprache erschienen ist und zwar als *Aurora chymica sive rationalis methodus etc.* In den Niederlanden gab Jak. le Mort, Lehrer der Chemie auf der Hochschule zu Leyden, über diese Wissenschaft, welche er als die erste Hülfswissenschaft den Aerzten empfahl, mehrere Bücher heraus, nämlich ein *Compendium chymiae*, Leiden 1682; eine *Chymica medico-physica, rationibus et experimentis superstructa*, 1676 und 1684. Lugd. Batav.; *Chymia rationibus et experimentis auctioribus, iisque demonstrativis superstructa* 1688 Lugd. Batav. ferner: *Chymiae verae nobilitas et utilitas in physica corpusculari, theoria medica ejusque materie et signis*. Leid. 1696; *Theoriae medicae fundamenta nov-antiqua*. Leid. 1700; *Oratio de concordantia operum*

naturae chymicae et medicinae; Leid. 1702; endlich noch: *Facies et pulchritudo chymiae et adfectis maculis purificata*. Leid. 1712.

Karl de Maets gab 1684 einen *Prodomus Chemiae rationalis* und 1687 eine *Chemia rationalis* heraus; Stephan Blancard eine *Verhandlung van de heden daagsche Chymie* Amsterdam 1685, welche auch in die deutsche Sprache übersetzt worden ist, mit Figuren und der Aufschrift: *Scheidkunst oder Chymia nach den Gründen des fürtrefflichen Cartesii und des Alkali und Acidi eingerichtet*, Hannover 1689, Wolfenbüttel 1697, Augsburg 1700 und mit der Aufschrift: *Die neue heutiges Tages gebräuchliche Scheidekunst*, Wolfenbüttel 1718 herausgegeben wurde. Sodann erschien von demselben Verfasser 1701 eine *Manuductio ad chimiam*. Auch Herm. Nif. Grimm, ein geborner Däne, gab außer seinem *Laboratorium Ceylonicum* (Bat. javan. 1677) in holländischer Sprache, ein *Compendium medico-chymicum* Bat. javan. 1679 heraus; ein polnischer Leibarzt, Jakob Barner zu Elbingen, ein Schüler Sennert's und ein Anhänger Helmont's, ein *Exercitium chymicum delineatum* (1670), und eine *Chymia philosophiae perfecte delineata, docte enucleata, et feliciter demonstrata, a multis hactenus desiderata, nunc vero omnibus philiatris consecrata, Cum brevi sed accurata et fundamentali salium Doctrina, Medicamentis etiam sine igne a culinari facile parabilibus nec non Exercitio Chymiae Appendicis loco locupletata*. Norimb. 1689.

In Deutschland gab der Frankfurter Arzt Joh. Hef. v. Züngken, von Kehlern in Hessen, eine *Chymia experimentalis curiosa ex principiis mathematicis demonstrata* heraus; auch von dem berühmten Leipziger Lehrer Ettmüller erschienen, größtentheils nach dessen Tode, mehrere chemische Handbücher, von einem ebenfalls zu Leipzig fungirenden Lehrer Joh. Bohn: *Dissertationes chymico-physicae: Chymiae finem, Instrumenta et operationes frequentiones explicantes, cum Indice rerum et verborum. Quibus accessit Ejusdem Tractatus olim editus de Aëris in sublunaria influxu*. Lips. 1685.

Es ist überhaupt nicht zu verkennen, daß die Deutschen zu dieser Zeit am meisten eifrig belebt wurden, um sich einen Weg zur Erkenntniß der Natur zu bahnen, wenigstens darf dieser Schluß aus der Menge von Schriftstellern, welche ihre Arbeiten bekannt machten, gezogen werden; denn gegen Ende des 17. und zu Anfang des 18. Jahrhunderts wurden schon auf einigen Hochschulen Laboratoria unterhalten; so ließ z. B. der Rath zu Nürnberg unter Joh. Mor. Hofmann, Lehrer der Arzneikunde zu Altdorf (daselbst 1653 geboren), in jener Stadt eine solche Anstalt einrichten. (Io. Maur. Hoffmann *Laboratorium novum chemicum apertum medecinae cultoribus cum amica ad orationem inauguralem invitatione denunciat*. Altdorf 1683, juxta exemplar Altdorfinum primum recusum Norimb. et Altd. 1719). Derselbe hat diese Anstalt beschrieben: 1) *Acta laboratorii chymici Altdorfini. Chemiae fundamenta, operationes praecipuas et tentamina curiosa, ratione et experientia suffulta complectentia*. Norimb. et Altdorf

1719; 2) Auctarium Notas, Observationes et Experimenta ad Actorum Sect. I. declarationem ulteriorem necessaria una cum Programmate invitatorio ad inaugurationem laboratorii chymici Altdorfini promisso, et Monumento ad memoriam posteritatis publice erecto, ac Indice rerum ac verborum exhibens, Norimb. et Altd. 1719. *)

Joh. Mor. Hoffmann legt in seinem genannten dem Verfasser augenblicklich vorliegenden Compendium: „Acta Laboratorii chem. A. Chemiae fundamenta etc. in einem allgemeinen Theil oder einer allgemeinen Abtheilung Sectio I. generalis die allgemeinen Fundamente, Begriffe, Regeln, Gesetze und Operationen der chemischen Wissenschaft nieder, wogegen der zweite Theil eine Anzahl Präparate und Prozesse behandelt; der erste allgemeine Theil ist in Kapitel, der zweite specielle Theil in Prozesse eingetheilt. Als Anhang ist das Auctuarium, welches Annotationes und Addidamenta enthält, hinzugefügt.

Obgleich nun der Inhalt dieses Compendiums hier nicht speciell berichtet werden kann und ein tieferes Eingehen für den allgemeinen Theil nicht angemessen sein dürfte, so möchte es doch von Interesse sein, einige Einzelheiten hier hervorzuheben, wenn auch immerhin, da, wo es als nöthig erscheint, die angegebene Kenntniß einzelner Operationen und Präparate berührt werden muß.

Hoffmann spricht sich in dem ersten Kapitel über die Herstammung und den Begriff des Wortes: „Chemie“ aus. Er erwähnt auch, daß, nach der Ansicht einiger, die Bezeichnung „Chemie“ arabischen, nach der Anderer griechischen Ursprungs sei; es heißt z. B. im Kapitel I: (De Chemiae definitione nominali et reali): „Nomen Chemiae latinitate donatum origine Arabicum alii, alii Graecanicum (Graecum) esse volunt. Qui ab Arabico derivationem deducunt sententiam suam inde stabiliunt, quod Chema Arabibus significet occultare sive abscondere, et Chemia ars occulta atque abscondita quondam habita fuerit; qui vero a graeco ὀνομασίας rationem petunt, haud inter se consentiunt, dum hi χυμίας vel χυμείαν, illi χημίας scribunt suborta tali λογομαχία ob differentem nominis derivationem, vel χυμοῦ, quod ars haecce succosa emulgeat ac emungat, aut quae exsucca sunt insuccet et humectet, vel ἀπὸ χέειν, id est fundere, quod circa fusiones varias occupetur, apud Autores assignatam: Occurrit adhaec vocabulum Alchemiae, quod male hodie a quibusdam arti metallorum transmutatoriae tantum tribuitur, nam eandem cum Chemia significationem obtinet, addita quippe prima syllaba „Al“ vel Arabicus censendus est articulus, aequipollens Graecorum praepositivo ὁ, ἡ, τὸ, vel Alchemia dicitur ἀπὸ ἁλὸς καὶ

*) Schon früher beschrieb auch Joh. Andr. Stiffer, der 1688 die Stelle eines Lehrers der Scheidekunst zu Helmstädt antrat, die in seiner Werkstätte angestellten Versuche (Actorum Laboratorii chemici auctoritate atque auspiciis Serenissimorum Potentissimorumque Ducum Brunsv. et Lynenburg. in Academia Julia editorum. Helmst. 4. Specimen primum, Medico-Chemica, nec non Physico-Mechanica observata quaedam rariora exhibens, 1690. Secundum 1693. Tertium 1698.

χεῖν, id est sal fundere, quia pleraeque ejus operationes circa salium solutiones, coagulationes etc. versantur. Porro non incongrue Chemia artis spagyricae titulo ornatur ἀπὸ πᾶν καὶ ἀγείρειν, id est, separare ac conjungere, quo ipso genuina ejusdem officia generalia innuuntur, σύγκρισις, nempe διάκρισις: Hermetica insuper Medicina ab iis salutatur, qui ab antiquissimo Hermete Trismegisto, tanquam inventore, arti auctoritatem majorem atque splendorem conciliare conantur. Indessen übergeht Hoffmann gänzlich die Berichte des Plutarch und anderer älterer Schriftsteller, nach denen wir, wie im Anfange erwähnt worden ist, das Wort von cham, schwarz, Chemia, das schwarze Land, d. h. aus dem Aegyptischen herzuleiten haben.

Die Chemie definiert Hoffmann ferner als eine Kunst, welche mit Hülfe erforderlicher Instrumente oder Geräthschaften die Naturkörper auflöst und coagulirt, damit das Reine von dem Unreinen getrennt werde, die wirklich constituirenden Principien oder Grundstoffe erkannt werden. Denn er sagt §. II. Cap. I.: „Essentialis nunc postulatur Chemiae definitio, sequentem ergo dabimus: Chemia est ars per instrumenta requisita corpora naturalia solvendi et coagulandi, ut purum ab impuro separetur, principia constitutiva credita cognoscantur, hincque in salutis humanae commodum medicamenta efficacia producantur.“ Im Kap. II. spricht sich Hoffmann über den Gegenstand und Zweck der Chemie aus; er gibt den Unterschied zwischen Chemie und Physik an und dehnt den Gegenstand der Chemie auf sämtliche drei Naturreiche aus; es heißt z. B. in dem Kap. II. (De objecto ac fine Chemiae): „Objectum Chemiae dicimus corpus quodvis naturale e triplici Macrocosmi regno petendum, quod sub impuro purum continet, hujus que ab illo separationem et per solutionem et per coagulationem postulat. Differt adeoque modus, quo consideratur corpus naturale mixtum in Chemia, a physica consideratione, quia in physica corpus naturale spectatur quoad materiam et formam, in chemia autem illud attenditur, quatenus solubile et coagulabile existit. §. II. „Isthoc autem objectum e triplici Macrocosmi regno patentissimo peti diximus: 1) namque regnum minerale mineralia, stricte sic dicta, item metalla, lapides, mineras etc. suppeditat; 2) Vegetabile plantas, stirpes, arborum ligna, germina, flores, succos, resinas, succos-gummata etc. suppeditat, quo aëreos etiam quasi fructus pluviam, nivem, grandinem, ipsumque aërem et similia referre licebit; 3) Animale, quod diversorum animalium diversas partes depromit, carnem, cornua, ossa, cerebrum, cor, epar, sanguinem ejusque excrementa, imo etiam animalia integra offert. In §. IV. desselben Kapitels redet Hoffmann über den Zweck, welchen die Chemie verfolgt und den er als einen dreifachen hinstellt, nämlich erstens die Trennung des Reinen vom Unreinen, die Kenntniß der constituirenden Stoffe und endlich die bequeme Ausbeute der Medicamente zum menschlichen Wohle. Es heißt dort: Finem quod concernit Chemiae, eum triplicem facimus: 1) Puri ab impuro separationem, id est, vis activae sive potestatis ab inutili et (si barbare loqui licet) relollacea secretionem.

2) Principiorum constitutorum cognitionem, dum per analysin spagyricam, quae in aliquo corpore sub communi larva delitescabant, in distinctas formas separantur. 3) Eumque ultimum, medicamentorum in salutis humanae commodum elaborationem Medico scitu omnino necessariam.

Im dritten Kapitel behandelt Hoffmann die Grundstoffe oder Elemente, welche die chemischen Substanzen oder die Gegenstände der Chemie zusammensetzen. Als solche Elemente führt er nicht allein die drei veränderlichen: Salz, Schwefel, Quecksilber (nach Paracelsus) an, sondern gesteht außerdem noch das Phlegma und die Erde zu. So heißt es § VIII.: Quod si quis cum Willisio per principia in latiori sensu ejusmodi substantias innuat, in quas veluti partes sensibiles res pleraeque analyse spagyrica resolvantur, sequentia quinque admittenda esse concedimus: Sale, Sulphur, Mercurium, Phlegma et Terram.

§ XII. Phlegma humiditatem quamvis aquam denotat, ex triplicis regni subjectis plerisque ab analysta igne prolicitam: Terra denique Caput mortuum insipidum siccum, arenosum vel lutosum comprehendit.

In den folgenden Kapiteln werden die chemischen Operationen im Allgemeinen, die Werkzeuge und Mittel, welche zu chemischen Operationen erforderlich sind, beschrieben, und als die fünf activen bezeichnet er nachstehende: aer, ignis, terra, aqua et menstruum, alle andern nennt er passive. Sodann beschreibt er im Laboratorium: Ofen, Gefäße, Reinigung, Filtration, das Coaliren, das Digeriren oder die Digestion, die Gährung, Fäulniß, Effervescenz, Destillation, Sublimation, Präcipitation, Rectification, Calcination, Schmelzung, Reduction, Krystallisation; in den letzten Kapiteln behandelt er die verschiedenen Spiritusarten, Tincturen, Extracte, Salze, Schwefelarten, die Regeln, Gläser etc. Der zweite specielle Theil liefert die Beschreibung einer Anzahl von Präparaten und der Anhang Zusätze zum allgemeinen und speciellen Theil.

Obgleich Joh. Moritz Hoffmann nicht zu den ausgezeichnetsten Chemikern seiner Zeit gehört, so beweist das hier erwähnte Compendium doch, daß er den damaligen Standpunkt der chemischen Wissenschaft richtig aufgefaßt hat und für die allgemeinen Bestrebungen des Fortschritts thätig gewesen ist.

Hier könnten noch andere Chemiker und zwar deren eine große Anzahl, wie der berühmte Schwärmer Swedenborg, (welcher über Atome schrieb), Wallerius, Joh. Zunder, (von denen wir Werke, z. B. von dem letzteren einen *Conspectus chemiae* in lateinischer und deutscher Sprache besitzen) angeführt werden, jedoch bezüglich der wissenschaftlichen Einzelheiten wird der 2. Theil belehren. Aber als Chemiker ganz besonders hervorragend und durch seine Ideen für dieses Zeitalter leitend, ist Georg Ernst Stahl hervorzuheben. Derselbe wurde 1660 zu Ansbach geboren und studirte zu Jena Arzneikunde, wo er 1683 promovirte und hierauf sogleich als akademischer Lehrer auftrat. 1687 wurde er zum Leibarzt des Johann Ernst von Sachsen-Weimar erwählt und nach der Anno 1693 zu Halle erfolgten Errichtung der Universität, auf des später zu erwähnenden Fr. Hoffmann's Veranlassung, zum zweiten ordentlichen Professor der Medicin

berufen. Hier fand er Gelegenheit, Schüler für die Chemie sich heranzuziehen, und in der That bildete er ausgezeichnete Männer aus, welche später zu den eifrigsten Vertretern der Stahl'schen Chemie gehörten. Nachdem er zwei und zwanzig Jahre zu Halle mit dem größten Beifall gelehrt hatte, wurde er 1716 als königlicher Leibarzt nach Berlin berufen, bis er 1734, in seinem fünf und siebenzigsten Jahre, dem Tode in die Arme fiel.

Stahl nahm sowohl in der Medicin, als auch in der Chemie einen hohen Rang ein und verdient der erste Chemiker seiner Zeit genannt zu werden; jedoch warf er keineswegs jene beiden Wissenschaften zusammen, sondern wußte z. B. die Vorgänge im chemischen Organismus und die mechanischen Prozesse recht wohl zu unterscheiden. Stahl war ein Mann, der die Wahrheit in jeder Hinsicht liebte; er berichtigte gern die eigenen Irrthümer und warnte vor Täuschungen. Stahl suchte namentlich die Erklärung der Erscheinungen, welche beim Erhitzen von Metallen oder brennbaren Körpern wahrgenommen werden, genau in's Auge zu fassen und Becher's Annahme, daß auch in den Metallen ein verbrennlicher Stoff enthalten sei, erhielt durch Stahl's nähere Betrachtung erst eine kräftige Stütze. — Nach Stahl ist nämlich, wie schon angedeutet, in der That in allen Metallen ein verbrennlicher Stoff enthalten, wodurch dieselben die Eigenschaft der Verbrennlichkeit erhalten, wogegen ein nicht verbrennbarer Stoff, nach ihm, des Phlogistons ermangelt. Er betrachtete die Verbrennung als eine Folge der Abscheidung des Phlogistons, und den dabei bleibenden Rückstand als in dem verbrannten Körper mit Phlogiston verbunden, so z. B. Phosphorsäure in dem Phosphor, Schwefelsäure in dem Schwefel, Metallkalke in den Metallen. Ferner soll, der Stahl'schen Ansicht zufolge, beim Erhitzen eines an Phlogiston reichen Körpers mit einem solchen, welcher jenes Stoffes entbehrt, dieses auch auf den an Phlogiston armen übertragen werden, so daß derselbe in eine verbrennliche Masse umgewandelt wird. Trotzdem, daß Stahl mit der beim Verbrennen der Körper erfolgenden Gewichtszunahme wohl vertraut war, nahm er dennoch auf diese ihm wohl bekannte Thatsache, bei der Entwicklung seiner Theorie keine Rücksicht, wiewohl hiernach eine Gewichtszunahme hätte stattfinden müssen, da er selbst ausspricht, daß bei der Verkalkung das Phlogiston entweiche. Stahl schrieb übrigens außerdem diesem Phlogiston noch die Ursache anderer Eigenschaften zu, so z. B. sollte nach ihm auch die Farbe der Körper dadurch bedingt sein, wenn auch ein Zusammenhang zwischen beiden nicht bestimmt bewiesen wird; ja selbst chemische Eigenschaften suchte Stahl von dem Vorhandensein des Phlogiston's abzuleiten. Hauptsächlich waren es zwei Ansichten, welche von Stahl ausgesprochen wurden, von denen die eine so lautete, daß die Metalle nie mit Schwefel und Säure zu verbinden seien, so lange sie einen Gehalt an Phlogiston haben; — nicht ein einziges Metall, welchem das Phlogiston entzogen worden sei, sollte mit Schwefel sich noch verbinden können. Nach der anderen Ansicht solle ein Metall nur im regulinischen Zustande mit Säuren sich verbinden. Diese letztere falsche Ansicht wurde noch einige Zeit vertreten und beibehalten, später aber bald widerlegt.

Stahl läßt in allen seinen Werken ein außerordentliches Genie, einen durch-

bringenden, mit Kenntnissen aller Art reich ausgestatteten Geist erkennen. Er war erhabener und tiefbegründeter Ansichten, ausgebreiteter Ideen fähig. Er überließ sich ihnen sogar ohne Rücksicht und verfolgte sie mit Consequenz durch das Dunkel der aufkeimenden und sich entwickelnden Wissenschaft. Stahl's Gedanken brachten in jener dunklen Periode die Wirkungen eines Blitzstrahls inmitten der Nacht hervor, welcher die Wolken zerreißt und leuchtet, so weit der Blick ihm zu folgen vermag, bis das ermüdete Auge ihn in der Ferne verliert. Er verstand es wohl, zu beobachten, woraus einzelne sehr praktische Entdeckungen resultirten; so hat er z. B. für die Affinitäts- oder Verwandtschaftslehre verschiedene gute Angaben geliefert; unter anderen über die Reihenfolge der Verwandtschaftsgröße, in welcher die verschiedenen Metalle zu den Säuren im Allgemeinen stehen; über die Ordnung, in welcher ein Metall bei erhöhter Temperatur aus einem Schwefelmetalle den Schwefel abscheidet und mit sich vereinigt; über die Affinitätsreihe der Säuren zu Alkalien. Auch kannte er die Wirkungen der Affinität bei Zersetzungen, unter dem Einfluß verschiedener Temperaturgrade. Er lehrte zuerst die Natur der Dämpfe kennen, welche bei der Verbrennung des Schwefels entstehen; er zeigte, daß eine, wenn auch schwache Säure sich bildet, welche er zugleich richtig dahin bestimmte, daß sie phlogistisirte Schwefelsäure sei. Er lehrte die Darstellung des Schwefels aus schwefelsauren Mittelsalzen*) oder aus der Säure selbst, wenn sie im Feuer mit Knochenstaub, Ruß, Mohnsaft behandelt wird**), sowie des Eisens aus gemeinem rothen Bolus***); er lehrte die vortheilhafteste Gewinnung der flüchtigen Schwefelsäure†), die Verstärkung des Bieres, Weines, Essigs und anderer wässeriger Flüssigkeiten durch strenge Frostkälte††), sowie diejenige des Essigs durch Sät-

*) *Zymotechnia fundamentalis*, auch *Observationes chymico-physico-medic. curios. mensibus singulis continuand.* Francof. et Lips. 1697; Hal. 1709. *Mensis primus Julius*, sistens experimentum novum, verum Sulfur arte producendi illustratum et demonstratum, p. 1—53 und *Opuscul. chymico-physico-medic.* p. 299—333.

**) *Specimen Becherianum*, sistens fundamenta, documenta, experimenta, quibus principia mixtionis subterraneae et instrumenta naturalia atque artificialia demonstrantur, ex autoris scriptis colligendo, corrigendo, connectendo, supplendo concinnatum, edit; cum *Becheri physica subterranea*. 4. Mmbr. IV. p. 159; in deutscher Uebersetzung: Einleitung zur Grund-Mixtion der unterirdischen, mineralischen und metallischen Körper u. Leipzig 1744. S. 402, 403.

***) *Observation. chymico-physico-medic. etc. Mens. tert. Septembris*, sistens e Bolo communi pigmentaria mineram ferri splendidissimam copiose progignendi p. 103—162. *Opusc. chymic.-physic.-medic.* p. 361—397.

†) 1. *Observat. chymico-physico-medic. etc. mensis secundus Augustus* sistens Spiritus vitrioli volatilis in copia parandi Fundamentum et Experimentum p. 57—97. 2. *Observatio de copiosa fossili et concentrata, collectione spiritus acidi summe volatilis sulphureo-volatilis et theoretica ἀποδείξει generationis ejusdem.* *Opusc. physico-chymic.-medic.* p. 246—268.

††) *Observ. chymico-physico-medic. mensis quartus October* commendans concentrationem sive dephlegmationem vini aliorumque fermentatorum et salinorum liquorum

tigung mit Laugensalz und Aufgießen von Schwefelsäure*), die Gewinnung des mit einem Sterne bezeichneten Spießglangkönigs, sowie anderer Metallkönige**), die auflösende Kraft der Schwefelleber für Gold, aus welcher er die Mosai'sche Geschichte des goldnen Kalbes der Israeliten zu erklären trachtete und für andere Metalle, diejenige des feuerfesten Laugensalzes für Eisen, sowohl auf dem trocknen, als auf dem nassen Wege, diejenige des Schwefels für die meisten Metalle, ob er sie gleich nicht für alle in gleicher Stärke äußert, und, nach eigenen von ihm gemachten und mitgetheilten Erfahrungen durch Spießglangmetall von Quecksilber, durch Blei von Silber, durch Kupfer von Blei, durch Eisen von Kupfer geschieden wird, und vorzugsweise diejenige der Säuren, insbesondere für Metalle, in deren Brennstoff und seiner Anziehungskraft zur Säure er (vorzüglich in der Salpetersäure) den Grund der Auflösung, sowie in dem Verhältnisse desselben zu den übrigen Bestandtheilen des Metalls die Ursache der verschiedenen Stufen von Auflöslichkeit suchte. Er kannte nicht nur die verschiedenen Stufen der Anziehung, welche die damals bekannten und anerkannten Metalle auf die Säuren äußern, sondern auch die verschiedenen Stufen der Anziehung, welche die Säuren, besonders Schwefel- und Salpetersäure zeigen, ferner die besondere Anziehungskraft, mit welcher Silber und Quecksilber mitunter gegenseitig auf die Salzsäure oder Chlornasserstoffsäure (Kochsalzsäure) wirken. Er hielt den Stoff, der bei Verbindung mit Kochsalzsäure das Kochsalz bildet, für ein wahres, doch von anderen verschiedenes Laugensalz, welches mit Salpetersäure Würfelsalpeter liefere und die Borazsäure oder Vorsäure für ein feuerfestes Salz; auch erkannte er die Thonerde als eine besondere Erde im Thon. Er gab schon eine Anleitung zur vortheilhaften Gewinnung des Salpeters, welchen er bereits in verschiedenen Pflanzen als fertig gebildet erkannt hatte. Ihm war die Entzündbarkeit der möglichst concentrirten Essigsäure bekannt. Er lehrte die Scheidung des Zinks aus dem Messing durch Quecksilber.

Die Gährung, worüber er so viele Beobachtungen angestellt und reiche Erfahrungen gesammelt hat, sah er als eine Auflösung des Körpers in seine Bestandtheile und als eine Zusammensetzung dieser zu einer beständigen Verbindung an. Da Stahl, gleich Becher, die Elemente des Aristoteles auf die chemischen Erscheinungen nicht anwendbar fand, so verwarf er sie und suchte, wie aus dem Vorstehenden sich ergibt, nach unzersehbaren Körpern, welche er als die wahren Grundstoffe der Chemie betrachten konnte. Er hatte die verbrennliche Erde Becher's zum Gegenstand eines tiefen Studiums gemacht und kannte wohl die Beziehungen, welche die Metalle zu ihren Dryden haben. Er hatte den Nutzen des brennbaren Elements bei der Verwandlung dieser Dryde in Metalle, d. h.

salvis universa eorum viribus p. 165—217 und Opusc. chymico-physico-medice. p. 308—429.

*) Specimen Becher. Membr. I.

**) Observat. chymico-physico-medice, mensis sextus December exponens reguli Antimonii encheireses ut rationes, ut et quaedam de regulis metallicis peculiariora p. 305 etc. und Opusc. chymico-physico-medice. p. 481—503.

bei ihrer Reduction, wahrgenommen; er hatte dieselbe in ihrer ganzen Allgemeinheit erfaßt. Hätte er die Metalle oder die verschiedenen Modificationen seiner sogenannten mercurialischen Erde als Elemente genommen und die Oxyde als abgeleitete Verbindungen dieser einfachen Körper betrachtet, so würde seine Theorie mit der von Lavoisier gegründeten Lehre übereingestimmt haben; aber er hielt die Oxyde für einfache Körper und die Metalle für zusammengesetzte Substanzen. So wurde er denn auch von den Ideen, die zur Zeit über die Natur der Metalle herrschend waren, geleitet. Allerdings wußte er die Aristotelischen Elemente wohl bei Seite zu setzen, aber er war von den damaligen allgemeinen Ansichten, in Betreff der Metalle, eingenommen.

Würde Stahl die Wage benutzt haben, so wären seine Ideen über Metalle und Verbindungen sehr leicht berichtigt worden. Schenkt man denselben Glauben, so bietet sich ein nicht zu widerlegender Einwurf dar. Denn z. B. das Blei, welches sich oxydirt, nach Stahl's Theorie dephlogistisirt, nimmt am Gewicht zu. Durch den Verlust eines seiner Bestandtheile erlangt es mithin ein größeres Gewicht. Auf der andern Seite nimmt das Bleioxyd, wenn es durch Kohle reducirt wird, Phlogiston auf; es müßte demnach jetzt mehr als vor seiner Reduction wiegen, und dennoch hat sich sein Gewicht vermindert.

Jedenfalls setzt sehr in Erstaunen, daß Stahl sehr wohl wußte, wie es sich in diesem Falle verhält. Man findet diese Thatsache in seinen Schriften verzeichnet. „Die Bleiglätte, die Mennige, die Bleiasche sagt er, wiegen mehr als das Blei, welches sie lieferte, und bei der Reduction sieht man nicht nur dieses überschüssige Gewicht, sondern auch das einer Portion Blei verschwinden.“

Dennoch scheint er diese Schwierigkeit nicht erkannt zu haben, obgleich aus seinen Schriften sich ergibt, daß er sich davon Rechenschaft zu geben versuchte. Indessen muß gestanden werden, daß, so geistvoll Stahl sich auch kundgab, es nicht hinreicht, seine Werke zu lesen, damit man im Stande sei, die Lehren Stahl's in allen ihren Details zu würdigen, sondern sein Umgang und sein Unterricht hatten einen größeren Werth, als jene Schriften. In der That ist es auch nicht leicht, den Begriff, welchen er sich vom Phlogiston machte, scharf aufzufassen. Wenn man dazu gelangen will, so darf man sich nicht allein mit seinen Werken begnügen, sondern man muß zugleich die seiner Schüler zu Rathe ziehen. Seine Ansichten gewinnen darin eine gefälligere und festere Gestalt.

Von diesem Gesichtspunkte aus muß man das von Zunder im Jahre 1730 erschienene Lehrbuch betrachten, welches den Titel führt: „*Conspectus chemiae in forma tabularum, in quibus corporum principia etc. E dogmatibus Becheri et Stahl'sii potissimum explicantur.*“)

Der Begriff des Gewichts ging also so gut wie gar nicht in den Geist Stahl's ein, sobald es sich um die Chemie handelte; der Begriff der Form war dagegen sein einziger Führer, und das ist in der That der wesentlichste Unterschied

*) Wiederholt auch 1738 zu Halae-Magd. aufgelegt; in Halle 1753 deutsch erschienen.

zwischen ihm und Lavoisier. Der Eine hat bei den von ihm gegebenen Erklärungen nur die Veränderung der Form und des Aussehens der verbrannten Körper in Betracht gezogen; der Andere hat zu gleicher Zeit die Veränderung in der Form und im Gewicht berücksichtigt. Und wenn man nun auch zur Ehre der Stahl'schen Lehre hinzufügt, daß sie fast ein Jahrhundert den Bedürfnissen der Wissenschaft genügt hat, so darf doch nicht unerwähnt bleiben, daß dies nur so lange der Fall war, als die Chemiker sich nur an die Erscheinung hielten, auf welche Stahl sie gegründet hatte; sie verschwand, als die Beobachtung vorwärts schritt.

Stahl's Lehre drang spät nach Frankreich und fand dort viele Einwürfe, namentlich weil er viele an Phlogiston reiche Körper anführte, aber nie gesagt hat, daß er sie isolirt habe. Er will zwar das Phlogiston fast rein in den schwarzen Theilen des Knochens gefunden haben; jedoch aus seinen und seiner Schüler Schriften ergibt sich, daß er jene schwarzen Theile nicht als Phlogiston im Zustande absoluter Reinheit betrachtet hat.

In seinen literarischen Productionen, von denen die wichtigsten bereits citirt wurden, läßt sich, wie erwähnt, eine außerordentliche Genialität erkennen, aber sein Styl ist hart, gedrängt, auch oft nicht klar und incorrect, so daß seine Schriften nur mit Mühe zu lesen sind, um so mehr, da oftmals das Lateinische mit dem Deutschen gemischt sich darin findet, sogar deutsche und lateinische Sätze in einer und derselben Periode sich folgen.

Mit seiner „*Zymotechnia fundamentalis seu fermentationis theoria generalis, qua nobilissimae hujus artis et partis chymiae, utilissimae atque subtilissimae, causae et effectus in genere, ex operis mechanico-physicis principiis summo studio, eruuntur, simulque experimentum novum sulfur verum arte producendi et alia utilia experimenta atque observata inseruntur,*“ eröffnete er im Jahre 1697 seine schriftstellerische Laufbahn. In derselben legte er seine Beobachtungen und Erfahrungen über alle Arten der Gährung nieder; auch wurde ferner die von Becher aufgestellte Meinung, daß der Proceß der Schwefelbildung aus Schwefelsäure und die Metallreduction ganz analoge Erscheinungen seien, als die einzig richtige behauptet.

Diese Zymotechnik wurde auch abgedruckt in seinem „*Opusculum chemico-physico-medicum seu schediasmatum a plurimis annis variis occasionibus in publicum emissorum, nunc quodantenus etiam auctorem et deficientibus passim compluribus in unum volumen jam collectorum fascicul. publicae luci reddito praemissa praefationis loco Autoris epistola ad Mich. Alberti, editionem hanc auctorant. Hal. Magdeburg. 1715, 4. p. 68—194;*“ in's Deutsche übersetzt mit der Aufschrift: *Zymotechnia fundamentalis oder allgemeine Grunderkenntniß der Gährungskunst. 8. Frankfurt und Leipzig 1734. Stettin und Leipzig 1748.*

In dem Jahre 1697 begann Stahl auch die schon angeführten „*Observationes chymico-physico-medicae mensibus singulis bono eum Deo continuandae,*“ herauszugeben; jedoch wurde diese Monatschrift bald nur medicinischen Inhalts und nicht weiter fortgesetzt.

Ferner gab er, zur Einführung der Phlogiston-Theorie, Becher's *Physica subterranea* 1702 neu heraus, ein opus sine pari, primum hactenus et princeps, wie er es auf dem Titel nannte. Als Anhang fügte er zur weiteren Begründung und Entwicklung der Becher'schen Ansichten ein „Specimen Becherianum, fundamenta, documenta et experimenta sistens“, hinzu. Erwähnenswerth ist ferner seine „Ausführliche Betrachtung“ und „zugänglicher Beweis von den Salzen, daß dieselben aus einer zarten Erde mit Wasser innig verbunden bestehen,“ welche erst nach des Verfassers Tode (1738) gedruckt wurde.

Einige Schüler Stahl's haben noch bei dessen Lebzeiten und nach dessen Tode unter seinem Namen die Vorlesungen herausgegeben, in denen er seine eigenen Ansichten und Entdeckungen mit den schon früher bekannten zusammenstellte; so erschienen 1721 *Fundamenta Chymico-pharmaceutica*, 1723 *Fundamenta Chymiae dogmaticae et rationalis*, 1730 *Chymia rationalis et experimentalis*, 1732 *Fundamentalis Chymiae dogmaticae rationalis et experimentalis*. Sie tragen sämmtlich Stahl's Namen.

Die *Chymia rationalis* in zweiter Auflage, welche dem Verfasser vorliegt, im Jahre 1729 bei Caspar Eyssler in Leipzig erschienen und zwar unter folgendem Titel: Georg Ernst Stahl's, Königlich Preussischen (Hoff-Mathes) Hofrathes und Leib-Medici *Chymia Rationalis et Experimentalis*, oder: Gründliche, der Natur und Vernunft gemäße und mit Experimenten erwiesene Einleitung zur Chymie; darinnen hauptsächlich die Mixtion der Sublunariſchen Körper, nebst deren Zerlegung und Relation gegen einander untersucht, und mit vielen Experimenten gezeigt wird. Nebst einer Zugabe von den *Mircuries Metallorum*, *Mercurio animato* und *Lapide Philosophorum*. — Zweite Auflage, welche von früheren Druckfehlern gereinigt, und mit Isaac Holland's Tractat: Von den Salzen und Oelen der Metallen vermehrt worden.

Dieses Buch, jedenfalls von einem der Schüler Stahl's auf dessen Namen herausgegeben, ist ebenfalls, wie die übrigen Werke Stahl's mit lateinischen Brocken durchwebt. Die Einleitung oder der Eingang gibt einfach in eigenthümlicher Weise die Beschäftigung und den Gegenstand der Chemie an, aber keineswegs eine Definition. Es heißt z. B. darin: „Die Chymie, welche auch sonst Alchymia und Spagyria genannt wird, ist eine Kunst, die gemischten oder zusammengesetzten oder zusammengehäuften (*aggregata*) Körper, in ihre *principia* zu zerlegen, oder aus solchen *principiis* zu dergleichen Körpern wieder zusammenzufügen.“

§ 2. „Ihr Subjectum nun sind alle vermischte und zusammengesetzte Körper, insofern sie sich resolviren und combiniren lassen. Ihr Objectum ist die Resolvirung und Combinirung selbst oder die Zerstörung und Generirung. Gleichwie man aber zum Zwecke ohne Mittel nicht kommt, so gehören auch zu dieser Kunst nach Verschiedenheit der subjectorum auch verschiedene Mittel.“

§ 5. „Die wirkende Ursache, oder *causa efficiens* der Chymie, die sie ausübt, ist der Künstler oder der Chymicus selbst.

§ 8. Der erste wird durch *praecepta* oder Lehrsätze, *axiomata*, sowohl

apodictica, als conditionata a priori in dem Haupt-Theile, oder parte generali, methodo Synthetica vorgetragen; analytica oder a posteriori in den Special-Theilen. Jener Theil nämlich generalis gehet mit den Hauptarten oder generibus und steigt herab bis auf alle untergeordnete species. Der Special-Theil aber thut das Gegentheil.

§ 9. Der andere Theil aber, nämlich pars practica besteht in einer fleißigen Vorlegung und Einschärfung derer Handgriffe und Handarbeiten, welche nach der gehörigen Zeit, Ort, subjecto oder Materie und dazu geschickten Mitteln; insbesondere aber nach der Ordnung, darin man sie tractiret, müssen eingerichtet werden.“

In diesem Styl ist das ganze Buch geschrieben; es zerfällt in einen pars generalis und pars specialis; der erstere ist in Abtheilungen (diese Membra, in Artikel eingetheilt), und handelt von einem einfachen und vermischten Körper oder simplici et mixto; von den Anfängen der vermischten Körper; von den gemischten, zusammengehäuften Körpern oder Aggregata; von den Arten der Mixtorum und Compositorum; von dem Objecto der Chymie nach ihrem ersten Theile, nämlich der Zerstörung oder Corruption; von der Causa Instrumentali von den Werkzeugen der Chymie; von den Formalibus Instrumentis der Chymie oder von den Chymischen Operationibus; von den Operationibus, die zur Corruption oder Zerstörung dienen; von der Corruption oder Zerstörung der Compositorum und Mixtorum; von der Corruption flüssiger zusammengesetzter Körper etc. So beginnt z. B. die erste Abtheilung: „Weil wir im Prooemio der Chymie gemeldet, daß das subjectum der Chymie vermischte, zusammengesetzte und zusammengehäuften Körper oder aggregata seie, so muß man allerdings zuerst von der Beschaffenheit dieser Körper handeln.“

§ 2. Alle natürlichen Körper nun sind entweder einfach oder zusammengesetzt, simplicia vel composita; etc.“

Der Pars specialis legt sowohl die Subjecta, als auch Producta, auch deren Arten, wie sie sind, werden, wirken und leiden, vor; zunächst werden die allgemeinen Subjecta der Chymie, die Salze, der Vitriol, Alaun, Salpeter und Salmiak darin behandelt. Dort heißt es z. B. vom Vitriol, daß dieser das erste salzige concretum sei, welches fast überall vorliegt, daß derselbe ein Salz sei, welches gemeiniglich mit den Metallen als Eisen und Kupfer in eine harte Gestalt coagulirt ist. Es wird solches entweder bloß durch Abweichung, Inspissirung und Crystallisirung aus den mineralischen Wässern herausgezogen, als in welchen selbiges, nachdem es aus den Erzen ausgewaschen und eingesogen ist, enthalten wird. Oder es wird durch Kunst aus den mineris durch eine Calcination zu Wege gebracht etc.“

Von dem gemeinen oder Küchensalz werden drei Arten, das Brunnensalz, das Meersalz und Steinsalz aufgeführt; der Salpeter wird als ein ziemlich zusammengesetztes Salz hingestellt, indem es einen wesentlichen Theil aus einem öligten und flüchtigen salinischen Gemenge, so in dem bisher gemeldeten allgemeinen Salze concentrirt ist, und mit höchst subtiler alcalinischer Erde in eine

crystallinische Consistenz zusammengesetzt gehet. Diese feine Substanz beweist die Art, wie es insgemein an Orten ausgegraben, wo Thiere stallen, oder der Koth von Thieren liegt zc. Der Alaun besteht auch aus einem salinischen Principio und aus einem erdigen Körper.

Vom Salmiak wird gesagt, daß er ein flüchtiges urinosisches Salz sei, welches sich leicht mit den sauren Salzen verbinden lasse, und zwar wegen seines alcalinischen erdigten Theils, welcher mit dem damit vereinigten Del dasselbe constituirt und ausmacht.

Ferner ist von den mehr zusammengesetzten Salzen und denen die Rede, welche gewissermaßen durch die Kunst gemischt sind; es werden die Salze der Vegetabilien und Animalien behandelt, nämlich der Zucker, Weinstein, Schwefel, und endlich werden die Metalle, das Gold, Silber, Kupfer, Eisen, Zinn und Blei besprochen; Wismuth, Zink und Spießglanz werden als halbe Metalle aufgeführt. Die Zugabe handelt von den Mercuriis der Metalle und den Mercuriis animatis, sowie dem großen Werke der Philosophen und endlich noch Isaac Hollands Tractat von den Salzen und Oelen der Metalle.

Das ganze Werk ist durchaus nicht klar geschrieben, wenn auch manche richtige Auffassung daraus hervorleuchtet; die Begriffe sind, wie schon aus den gegebenen Andeutungen hervorgeht, sehr verworren.

Georg. Ernest. Stahl, Consilarii Aulici et Archiatri Regis, *Fundamenta Chymiae dogmaticae et experimentalis et quidem tum communioris physicae mechanicae pharmaceuticae ac medicae tum sublimioris sic dictae hermeticae atque alchymicae, olim in privatos Auditorum usus posita, jam vero indultu Autoris publicae luci exposita; Annexus est ad Coronidis confirmationem Tractatus Jsaaci Hollandi de Salibus et Oleis Metallorum.* Norimbergae, 1723 bieten eine ähnliche aber mehr correcte Eintheilung.

Die Einleitung beginnt: *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.*

§ 2. *Subjectum ejus sunt omnia mixta et composita, quae resolvable et combinabilia. Objectum est ipsa resolutio et combinatio seu corruptio et generatio: Quemadmodum vero ad finem sine mediis non pervenitur.*

Hieraus ergibt sich, daß die Einleitung ganz in derselben Weise beginnt, wie die *Chymia rationalis*; und ebenso wird dieselbe fortgeführt, so daß jenes Werk mit wenigen Abweichungen nur als eine incorrecte und verworrene Uebersetzung der *Fundamenta* betrachtet werden darf, wiewohl auch dieses in lateinischer Sprache geschriebene Buch in seinem speciellen Theile, wo von den Metallen die Rede ist, manche deutsche Ausdrücke enthält, welche jedoch im Ganzen sehr passend angebracht sind und in lateinischer Sprache nicht so treffend wiedergegeben werden können. Uebrigens wird über die einzelnen Gegenstände in dem zweiten oder speciellen Theile noch weiter berichtet werden.

Immerhin hat sich aber Stahl, wie aus dem Gefagten sich ergibt, große

Verdienste um die Wissenschaft erworben und würden diese von bei weitem größerer Tragweite für die neuere Zeit gewesen sein, wenn nicht Stahl von verschiedenen Irrthümern befangen gewesen wäre.

Ein Coötan Stahl's war Friedrich Hoffmann, der ebenfalls um die Chemie und deren weitere Entwicklung sich verdient machte. Er war der Sohn eines Arztes zu Halle a. d. S., wurde in dieser Stadt 1660 geboren und studirte, mit sehr guten Vorkenntnissen ausgestattet, von 1678—1681 in Zena Medicin, woselbst er, nach der Promotion, sehr bald hauptsächlich auf die Chemie sich beziehende Vorlesungen hielt. Er sah sich jedoch, aus Gesundheitsrücksichten genöthigt, diesen Wirkungskreis bald aufzugeben und sich Erholung zu vergönnen, weshalb er schon 1682 eine Erholungsreise nach Minden zu Verwandten und von da nach England unternahm, wo er Robert Boyle's persönliche Bekanntschaft machte. Später wurde er im Jahre 1685 nach Minden als Garnison- und Stadtarzt berufen, vertauschte aber diese Stellung 1688 mit einer gleichen in Halberstadt. Hier erwarb er sich einen solchen weiteren Ruf, daß in Folge dessen König Friedrich Wilhelm, bei der Gründung der Universität Halle (1693), ganz besonders sein Augenmerk auf ihn richtete und ihn nicht allein mit der ersten Professur der Medicin und Naturwissenschaften betraute, sondern ihm sogar die Entwerfung der Statuten für die medicinische Facultät, sowie die Wahl seiner Collegen übertrug. Hoffmann zeichnete sich in Halle ebenfalls aus und begründete in der That auf das Beste, namentlich auch dadurch, daß er für die Universität tüchtige Männer zu gewinnen suchte, so z. B., wie erwähnt, Stahl als zweiten Professor der Medicin berief, das glückliche Gedeihen der zur Zeit neu in's Leben getretenen Hochschule. Er wurde in Folge seiner ganz außerordentlichen Verdienste von Seiten des genannten Fürsten mit großen Ehrenbezeugungen überhäuft und im Jahre 1709 als Leibarzt des Königs nach Berlin berufen, welcher ihn jedoch, nachdem er dort fast vier Jahre hindurch (von 1709—1712) in gedachter Eigenschaft gedient hatte, wieder nach Halle entließ, wo sein Wirkungskreis sowohl seiner Neigung, als auch seinen natürlichen Anlagen, seinen erworbenen Fertigkeiten und Kenntnissen weit angemessener war und er auch in Folge derselben größeren Nutzen schaffen konnte. — Hoffmann wirkte in Halle im Ganzen achtundvierzig Jahre lang, mit ausgezeichnetem Beifall und wirklich zum Besten der Universität, welcher er, der außerordentliche Verdienste sich erworben hatte, allgemeine Ehre und Achtung genoß, in seinem 83. Jahre, 1743, durch den Tod entrißen wurde.

Mit Stahl, welcher ihm seine Berufung zu verdanken hatte, lebte er zunächst in sehr freundschaftlicher Beziehung, aber diese wurde sehr bald, durch abweichende Ansichten über wissenschaftliche Gegenstände, gestört.

Hoffmann wußte das Verhältniß der Chemie zu anderen Wissenschaften richtig zu würdigen und bestritt namentlich das bis dahin vertretene chemisch-medicinische System. Hoffmann machte hauptsächlich um die empirische Seite der Chemie sich verdient; so z. B. suchte er die Thonerde oder Alaunerde und die Talkerde von

der Kalkerde zu unterscheiden. Die chemischen Reactionen werden zwar von ihm wenig berücksichtigt und sogar unrichtig angegeben, aber er suchte die Unterschiede aus den physikalischen Eigenschaften abzuleiten. Ferner ist als Hoffmann's Verdienst zu erwähnen, daß er als charakterisirenden Bestandtheil aller Sauerbrunnen einen und denselben Bestandtheil, welchen er als Spiritum sulfureum oder Principium spirituosum bezeichnete, erkannte. Er theilte die Mineralwasser zuerst nach ihrem chemischen Gehalt in alkalische, eisenhaltige Bitterwasser und Salzwasser ein; auch entdeckte er in dem Saidschützer Mineralwasser das Bittersalz; ferner gab er für die Bereitung des Salpeters und Schwefeläthers (des bekannten Aethyloxyds) verbesserte Vorschriften; auch die Mischung des Aethyloxyds mit Weingeist, unter dem Namen: „Hoffmann's Tropfen“ (Liquor anodynus Hoffmanni) rührt von ihm her.

Hoffmann suchte dem Irrthum derjenigen, welche glaubten, daß die Pathologie und Therapie lediglich auf die Lehre von Säuren und Pungensalz basirt sind, durch eine Schrift: „Exercitatio aromatica de acidi et visceri insufficientia pro stabiliendis omnium morborum causis, et alcali fluidi pro iisdem debellandis insufficientia. Francof. 1689. 8.; in's Deutsche übersetzt Halle 1696. 8.“ abzuhelpen.

Er machte auch auf die Bereitung kalter Gesundwasser (Observationes de acidulis, thermis et aliis fontibus salubribus ad imitationem naturalium per artificium parandis, in seinem für die medicinische Literatur sehr schätzenswerthen Werke: „Opuscula physico-medica“ (in verschiedenen Ausgaben 11—27 Bände) aufmerksam; ferner auf die Bereitung warmer Bäder, vorzugsweise aus Schlacken: (de balneorum artificialium ex scorii metallorum usu medico). Halle 1722. 4. Wm 1726. 8.

In seinen für die Chemie wichtigen Mittheilungen: Observationes chymicarum solutionum libri III. (zuerst 1722 veröffentlicht) hebt er den Unterschied der Talkerde von der Kalkerde hervor.

Die Anzahl seiner Schriften ist überhaupt sehr beträchtlich und es mögen deren noch folgende hier Erwähnung finden: Chymia rationalis et experimentalis, welche indessen erst nach seinem Tode im Jahre 1748 publicirt wurde; Methodus salia volatilia oleosa in forma sicca praeparandi; Methodus examinandi aquas salubres, welcher 1703 herauskam und besonders über die Mineralwasseranalyse handelt; Observationes physico-chymicae solution Bd. I.: De oleis destillatis inque eorum destillatione observanda encheresi; Oleorum destillatorum adulteratio; Olea destillata rariora; De variis cautelis in oleorum destillatione et conservatione adhibendis; De differentia oleorum, quae per mixtionem cum oleo vitrioli apparet; Experimenta instituta cum spiritu nitri fumante et variis destillatis; Animadversiones physico-chymicae de sale communi; De salium mediorum natura et usu; Examen ovorum physico-chymicum; De succino, eius generatione in terra et varia solutione.

So sehr auch Stahl und Hoffmann um die Chemie sich verdient gemacht hatten, indem sie derselben einen wirklich wissenschaftlichen Charakter zu verleihen

suchten, so verdient doch auf der anderen Seite eines Holländers Hermann Boerhave gedacht zu werden, welcher 1668 zu Boorhout, einem Dorfe nahe bei Leyden, wo sein Vater als Prediger fungirte, geboren wurde. Obgleich Boerhave, wie häufig geschieht, auch dem Predigerstande sich widmen sollte, so lag er doch mit großem Eifer den mathematischen Studien ob. Die hieraus gezogenen Kenntnisse mußten ihn auch längere Zeit hindurch ernähren, indem er schon im 16. Jahre verwaist dastand, und sich genöthigt sah, in der Mathematik Unterricht zu erteilen, um seinen Lebensunterhalt sich verschaffen zu können. Als Theolog hatte Boerhave indessen durchaus keine Aussicht zu jener Zeit, wo strenge Orthodoxie die Herrschaft hatte, ein Unterkommen zu finden, da er als ein Anhänger der skeptischen Philosophie und Spinoza's bekannt wurde und somit sich den Weg abschnitt, ein Verkündiger des Wortes Gottes werden zu können. Er war daher genöthigt, jene ursprüngliche Bestimmung aufzugeben und ein anderes Fach zu wählen, wozu Boerhave sich auch entschloß, indem er, ohne allen mündlichen Unterricht, Heilkunde so studirte, daß er bald tiefe Einsicht gewann und im Jahre 1693 zu Harderwyk, einer kleinen holländischen Universität, die medicinische Doctorwürde sich erwarb. Dieser Schritt war die erste Grundlage zu einer sorgenfreien Existenz und zu seinem immer mehr steigenden Ruf als praktischer Arzt; so daß er schon im Jahre 1702 als Professor der Arzneiwissenschaft nach Leyden berufen wurde, wo er später auch die Professur der Chemie und Botanik übernahm. Sein ärztlicher Ruf verbreitete sich nun über ganz Europa, so daß aus allen Ländern Schüler herbeiströmten; jedoch machte der Tod seiner Wirksamkeit zu früh, nämlich schon im Jahre 1738 ein Ende.

Im dem vorliegenden Werke kann indessen nur seine chemische Thätigkeit von Interesse sein, und was die Leistungen Boerhave's auf dem Felde der Chemie anlangt, so machte er sich durch neue empirische Entdeckungen wenig bekannt, wußte aber die schon früher veröffentlichten Erfahrungen auf eine sehr geistvolle Weise zu benutzen, sowie auch das richtige Verhältniß der Chemie zur Medicin zu würdigen. Boerhave verstand, sich allgemeine Liebe und Achtung zu erwerben, wirkte eben so mächtig auf seine Zeit, wie Hr. Sylvius de le Boë zu seiner Zeit, aber er übertraf diesen an Ausdruck in seinem Vortrage, an weiterem Umfange und größerer Gründlichkeit seiner Einsichten und an schärferem, hellerem, und an einem mehr unbefangenen Blick, bei seinen Beobachtungen. Die Chemie war eine seiner Lieblingswissenschaften; aber er ließ sich durch die Neigung für dieselbe nicht so weit verleiten, daß er ihr die unumschränkte Herrschaft über alle dem Arzte nöthigen Kenntnisse zuschrieb; er kannte ihre Grenzen und zeigte mit energischer Kraft und Bestimmtheit, wie sehr Sylvius sich hatte irre führen lassen; indessen blieb ihm bei seinem außerdem viel beschäftigten Leben zu wenig Zeit, um der Chemie und besonderen Versuchen sich gehörig widmen zu können; dennoch aber ging auch die Wissenschaft nicht leer aus. Er stellte zwar nur wenige Versuche von größerem Umfange an, dagegen verstand sein intensiver Geist die wahrgenommenen Erschei-

nungen zu ordnen und zu vereinbaren; er betrachtete die Chemie als eine selbstständige Wissenschaft.

Boerhave suchte manche Angaben der Alchemisten treffend zu widerlegen. So z. B. that er dar, daß es unmöglich sei, das Quecksilber feuerfest zu machen, wie es von Seiten der Alchemisten als durchaus thunlich hingestellt wurde; eben so bewies er auch durch hundert Mal wiederholte Destillation, daß das Quecksilber sich in keiner Weise dabei verändere. Derartige lange dauernde Versuche, welche er mit unermüdeter Thätigkeit durchführte, erwarben dem als Arzt berühmten Boerhave auch einigen Ruf als praktischer Chemiker. Seine Versuche wurden meistens in den *Philosophical transactions* für 1733 und in den *Memoiren der Pariser Akademie* für 1734 publicirt; auch ließ er 1732 seine Vorlesungen als *Elementa chemiae* als Original in lateinischer Sprache erscheinen, von welchen sehr bald eine englische Uebersetzung: „*Elements of chymistry*“, erschien. Dieses Werk liegt in beiden Sprachen dem Verfasser augenblicklich vor und verdient einige Beachtung; es mag daher Einiges hierüber bemerkt werden. Besonders interessant ist schon in dem Original-Werke, in der Uebersetzung kurz gefaßt wiedergegeben, der erste Theil über die Geschichte der Chemie oder: *pars prima Collegii chemici de Historia artis*, wegen der darin niedergelegten ethnologischen Ableitung des Wortes Chemie. Boerhave führt auch an, daß dieser Name vorzeitlich sei, bemüht sich sehr richtig, wie auch vom Verfasser in der Einleitung geschehen ist, nachzuweisen, daß der Name ursprünglich nicht von den Griechen herstamme, wie es, früherer Erwähnung gemäß, von dieser Nation geschrieben wurde; er verweist dabei auf *Posimos*, führt einige fabelhaft und mißverständene Notizen aus dem *Eusebius* an; er gedenkt ferner ganz richtig der Bezeichnung „*Cham*“, welche die Egypter benutzten, um ihr schwarzes Erdreich oder das Land zu bezeichnen, indem sie dasselbe nach jenem Worte *Ἀμοῖν* nannten; sowie auch an einer anderen Stelle Boerhave nicht außer Acht läßt, daß Egypten vormalis *Χημία* oder vielmehr richtiger *Χήμωσις* und *Ἐχμοχήμεος* genannt wurde.

Er sagt ferner, daß Asien der erste Platz gewesen sei, wo die Metallurgie ausgebildet wurde, daß sie von dort nach Egypten übertragen worden sei, und Moses wußte, wie Gold mit Wasser zu mischen sei, daß *Diodorus Siculus* erwähne, *Vulkan* habe zuerst in Egypten regiert und sei nach seinem Tode einem Gott gleich geschätzt worden, da er neue oder bessere Eisengeräthe aufgefunden habe. Auch führt er noch Mehres aus alten Schriftstellern wie *Herodot* und *Horaz* an, was auf die schon im Alterthume gehandhabte Metallurgie hindeutet, beweist, daß diese Kunst zuerst bei den Egyptern gepflegt worden sei und glaubt in Allem die authentischen Beweise für Herstammung des Wortes „Chemie“, sowohl im Allgemeinen aus der frühesten Vorzeit, als auch speciell aus dem Koptischen resp. aus Egypten zu finden. — Die *Elementa chemiae* sind überhaupt des Studiums werth und es wird bei Einzelheiten mehrfach darauf verwiesen werden.

Boerhave ignorirte die Stahl'sche Verbrennungstheorie, obgleich dieselbe ihm wohl bekannt sein mußte, fast gänzlich; er warnte überhaupt vor Aufstellung

übereilter Hypothesen, woraus hervorgeht, daß die Stahl'sche Theorie von seiner Seite keine Anerkennung fand; dagegen hatte Stahl's Lehre, besonders nach dessen Tode, vieler Anhänger sich zu erfreuen und unter den Berliner Gelehrten ist vorzugsweise Caspar Neumann zu erwähnen.

Neumann war 1683 zu Züllichau in der Mark Brandenburg geboren und sowohl durch eigene Neigung und äußere Umstände bestimmt worden, sich der Pharmacie zu widmen; da er indessen als gewöhnlicher Apotheker sich nicht behaglich fühlte und mancherlei Schicksalen unterworfen war, so gelang es ihm, durch besondere Begünstigung des Königs von Preußen, auf dessen Kosten Holland, England, Frankreich und Italien durchreisen zu können. Diese Reisen boten ihm Gelegenheit, mit bedeutenden Chemikern Bekanntschaften anzuknüpfen, welche er auch später zu unterhalten suchte. Seine Rückkehr hatte die Uebertragung einer Professur der Chemie an der medicinisch-chirurgischen Schule zu Berlin zur Folge, sowie auch ferner, daß er daselbst eine Apotheke acquirirte, zum ersten Hofapotheker, und zum Mitglied der Berliner Akademie *ic.* ernannt wurde, eine Ehre, welche ihm schon früher von Seiten der königlichen Gesellschaft zu London zu Theil geworden war. Es endete sein Leben im 54. Lebensjahre, Anno 1737. — Neumann bestrebte sich, die Verbreitung der Chemie möglichst zu fördern, und es ist derselbe später lebenden Chemikern durch seine Schriften sehr anregend gewesen.

Neumann stellte z. B. mit Kampher, welchen er aus Thymianöl erhalten hatte (1. *Philosophical Transactions for the years 1724 u. 1725. Nr. 389. S. 321—332*; 2. *Miscellan. Berolinens. Contin. II. p. 70 etc.*; *Philosophical Transactions for the years 1733 und 1734 Nr. 431. S. 202—231*), um seinen Unterschied von anderen Pflanzenstoffen zu zeigen, verschiedene Versuche an, und that dar, wie weit getrocknetes Eiweiß, bei aller äußeren Aehnlichkeit, von Bernstein abweiche, daß die gewöhnliche Probe des Franzbranntweins durch Eisenvitriol sehr unsicher sei (*Philosophical transactions 1724 und 1725 und Miscellan. Berolinens. Cont.*); daß ein blutrothes Wasser im Marienburgischen, dessen Farbe Elsholz vom Mineralreiche ableitet, sie der Fäulniß zu verdanken habe (*Miscellan. Berolinens. Contin. II. p. 54*), daß der Gebrauch des Beilchensaftes zur Untersuchung von salzigen Feuchtigkeiten bei weitem nicht hinreicht und leicht täuschen könne (ebendaselbst), daß die vorgeschlagene Verbesserung des Rübsamenöls, indem man es einige Zeit mit gewöhnlichem Wasser, bei gelinder Wärme, in einem bleiernen Gefäße stehen lasse, der Gesundheit höchst nachtheilig sei (ebendaselbst); und untersuchte den Amber (*Disquisitio de ambra grysea. Dresden 1736 und Philosophical Transactions 1733 und 1734*); den laugenfesten Geist, den er mit Menige und selbst mit Bleifeile aus Salmiak erhielt, und als einen Beweis aufstellte, daß Metalle eine stärkere Anziehungskraft zur Säure habe, als flüchtiges Laugensalz (*Miscellan. Berolinens. Continuatio*); die ätzende Beschaffenheit der feuerfesten Laugensalze, die er erst durch das Feuer in der Asche erzeugt glaubte, und den Uebergang in Mittelsalze an der Luft (*Miscellan. Berolinens. Continuatio*), und das flüchtige Del, das er durch Ueberziehen des Wassers von Ameisen erhielt; auch er-

wähnt er in seinen übrigen Schriften noch einiger anderer gemachten Erfahrungen über Eisen, Spießglanz, Schwefel, Salpeter, Küchenalz, Salmiak, Weinstein, feuerfeste Laugenalze, Bernstein, Mohnsaft, Gewürznelken, Bier, Wein, Kaffee, Thee, Bibergeil und Ameisen.

Die Literatur wurde durch Neumann namentlich durch verschiedene Abhandlungen bereichert, welche er in den citirten Zeitschriften publicirte. — Ueber die zuletzt erwähnten Gegenstände ließ er ferner drucken: „*Lectiones chymicas* von Salibus alcalino-fixis und vom Kampher; sodann 1730: *Lectiones* von vier Subjectis pharmaceuticis (Bernstein, Opium, Gewürznelken und Bibergeil), „von vier Subjectis chymicis“ (Salpeter, Schwefel, Spießglanz, Eisen), 1735: „von vier Subjectis diaeteticis (Thee, Kaffee, Bier und Wein) und endlich 1737 von vier „Subjectis pharmaceutico-chemicis“ (Kochsalz, Weinstein, Salmiak und Ameisen).

Nach Neumann's Tode wurden seine Untersuchungen in verschiedenen Sammlungen (*Praelectiones chymicae* 1740, *Chymia medico-dogmatica experimentalis*) herausgegeben, auch in's Holländische und mit Hinzufügung seiner anderen chemischen Abhandlungen in die englische und französische Sprache übersetzt.

Mit Neumann gleichzeitig lebte ein Chemiker, der Erwähnung verdient, Namens Joh. Theodor Eller, welcher 1689 zu Blöckau in Anhalt-Bernburg geboren worden war. — Aus einer begüterten Familie stammend, wurde dem Eller eine vorzügliche Erziehung zu Theil; er studirte alsdann zu Quedlinburg und Jena Jurisprudenz, später aber mit sehr vielem Erfolg Medicin und Naturwissenschaften, Studien, welche er in Halle, Leyden und Amsterdam fortsetzte, später auch in Paris, wo er sich namentlich in der Chemie ausbildete und wo für ihn der Umgang mit Lémery und Homberg sehr förderlich war. Von Paris aus besuchte er London, wo er ebenfalls mit berühmten Aerzten und Naturforschern Bekanntschaften anknüpfte. Von seinen Reisen zurückgekehrt, wurde er 1711 zum Anhalt-Bernburgischen Leibarzt creirt, aber schon drei Jahre später gewann ihn der König von Preußen für eine Professur der Anatomie nach Berlin. Später wurde er erster Leibarzt und 1745 von Friedrich dem Großen zum Geheimen Rath ernannt; aber in demselben Jahre auch schon Director der physikalischen Classe bei der Berliner Akademie; jedoch im Jahre 1760 beschloß er sein irdisches Dasein. Der Chemie nützte Eller nur mittelbar, indem er bewirkte, daß die betreffenden Anstalten, welche zur Verbreitung und Förderung der Chemie dienten, unterstützt wurden. Durch eigene chemische Arbeiten erweiterte er die Wissenschaft nicht. Er untersuchte jedoch die luftförmigen Stoffe, welche von Krebssteinen, Korallen, Weinstein Salz und Eisenstein aufsteigen, wenn sie unter einer Luftpumpe mit Säure übergossen werden, sowie das Wasser, von welchem er sich vorstellte, es habe sich bei mehren seiner Versuche, sowohl in Luft, als auch in Erde verwandelt, und die auflösende Kraft, welche es vorzugsweise auf die Salze äußert, und wenn es auch mit einer Art Salz bereits gesättigt ist, noch auf andere äußert, stellte über die Natur der sogenannten Elemente, über die Fruchtbarkeit der Erden, unter denen er mit vorzüglichem Fleiße Thon prüfte und

Brennstoff darin entdeckt zu haben glaubte, über das Keimen des Samens und das Wachsthum der Pflanzen überhaupt, über die Bildung der Körper überhaupt, aber über die Erzeugung der Metalle insbesondere, mehr Betrachtungen mit Urtheilen über die Meinungen Anderer, als eigene Versuche an. Seine chemischen Abhandlungen sind in den Schriften der Berliner Akademie (für 1745—1757) niedergelegt worden und finden sich gesammelt in den physikalisch-chemisch-medicinischen Abhandlungen, welche nach seinem Tode (1764) herausgegeben wurden. Als Chemiker hatte Eller demnach keine große Bedeutung und er wurde als solcher durch einen gleichzeitig lebenden Berliner Gelehrten, Joh. Heinrich Pott bei weitem übertroffen.

Pott wurde im Jahre 1692 zu Halberstadt geboren, später für das Studium der Theologie bestimmt, für welchen Zweck er die Universität Halle besuchte. Er erkannte aber daselbst bald, daß er sich für die Chemie berufen fühle, welche er zu Anfang in Verbindung mit der Heilkunde studirte, wiewohl er später sich nur der Chemie hingab, zu deren Studium er unter Hoffmann's und Stahl's Anleitung die beste Gelegenheit hatte.

Im Jahre 1737 ließ sich Pott zu Berlin nieder, wo er Mitglied der Akademie nach Neumann's Tode und an der medicinisch-chirurgischen Schule Professor der Chemie wurde. Pott lebte indessen mit den meisten anderen Chemikern der Berliner Akademie in beständigen wissenschaftlichen Streitigkeiten, so daß er, in Folge derselben, die Verbindung mit der Akademie aufhob und sich sehr eifrig mit chemischen Versuchen beschäftigte, bis er im Jahre 1777 das Zeitliche segnete.

Pott muß eine gründliche chemische Kenntniß und ein rastloses Streben als Förderer derselben zugestanden werden; namentlich war ihm eine außerordentliche Geschicklichkeit in der praktischen Chemie, sowie eine große Ausdauer bei langwierigen Untersuchungen eigen; auch machte er besonders durch seine empirischen Arbeiten sich bekannt. Er war ein treuer Anhänger der Phlogiston-Theorie, und bemühte sich, dieselbe auf mancherlei Erscheinungen auszudehnen, wiewohl er darin wenig Glück hatte; so z. B. betrachtete er die rothe Farbe im Dampfe der salpetrigen Säure als auf der Ausdehnung der darin enthaltenen entzündlichen Theilchen beruhend; so bezeichnete er Phlogiston, welches, seiner Ansicht zufolge, mit den Metallsalzen die regulinischen Metalle bildet, als eine eigenthümliche Art von Schwefel. Er that ferner die Eigenthümlichkeit der Bernsteinsäure dar, welche bis dahin bald für ein flüchtiges Alkali, bald für Mineralsäure gehalten worden war. Besonders beschäftigte sich Pott aber, das Verhalten der verschiedenen Mineralien für sich und gegen andere Stoffe, bei erhöhter Temperatur genauer zu studiren; er lehrte zu dem Ende auch, auf welche Weise Gefäße bereitet werden können, die einen hohen Sitzgrad zu ertragen geeignet sind. Zur Prüfung der Mineralien pflegte er stets nur den trocknen Weg einzuschlagen, die Untersuchung auf nassem Wege unberücksichtigt zu lassen. So untersuchte er z. B. den Braunstein, ohne in ihm ein eigenthümliches Metall wahrzunehmen, auf der anderen Seite wies er nach, daß in dem sog. Reissblei, in welchem man bis dahin einen Gehalt an Blei

vermuthet hatte, Blei nicht enthalte; dennoch aber hielt er es für identisch mit Wasserblei. Speckstein und Kalk wurden von ihm untersucht, ohne Talkerde darin gefunden zu haben; das alkalische Radical des Kochsalzes wurde von ihm noch im Jahre 1740 für eine geschmacklose Erde erklärt.

Nach Pott gab es vier ursprüngliche Erdarten, welche er als alkalische oder kalkichte, thonichte, gypsichte und glafirte oder kieselichte bezeichnete, und zum Studium einer jeden einzelnen dieser vier Erden war es, nach seiner Ansicht, ausreichend, dieselben im Feuer mit Salzen, mit Gläsern oder anderen Erden zu behandeln. Zu derartigen Versuchen hatte ihm die Aufforderung von Seiten des Königs von Preußen, die Bestandtheile des Meißner Porzellans zu untersuchen, Veranlassung gegeben. Pott mischte für diesen Zweck alle Steine und Erden einzeln und in den mannichfaltigsten Verhältnissen mit einander und setzte solche Mischungen verschiedenen Temperaturgraden aus, um die Schmelzungs- und andere Vorgänge zu beobachten, wodurch der erste Grund zu unseren Kenntnissen über das Verhalten der erdigen Substanzen im Feuer gelegt wurde. Pott gab hierüber 1746 eine Schrift heraus, welche den Titel: „Chemische Untersuchungen, welche fürnehmlich von der Lithogeognosia oder Erkenntniß und Bearbeitung der gemeinen einfacheren Steine und Erden, ingleichen vom Feuer und Licht handeln“, führte, und wovon 1751 und 1754 noch Fortsetzungen folgten. In diesem Werke sind seine sämmtlichen Versuche einzeln beschrieben und geordnet worden. Außerdem finden sich aber noch chemische Abhandlungen, von Pott abgefaßt, in den Schriften der Berliner Akademie für 1727 bis 1753, die er selbst gesammelt unter dem Titel: „Exercitationes chymicae“ 1738 herausgegeben hat. In den Jahren 1739 und 1741 erschienen seine *Collectiones observationum et animadversionum chymicarum*, welche namentlich die damaligen chemischen Kenntnisse über einzelne Metalle, wie Wismuth, Zink u. s. w. vollständig enthalten. Auch finden sich in seinen polemischen Schriften manche chemische Wahrnehmungen. Eine von Demachy veranstaltete Sammlung seiner wichtigsten kleineren Abhandlungen erschien im Jahre 1759 in französischer Sprache.

Ein Zeitgenosse Pott's, welcher ebenfalls zu Berlin lebte und ihn an Verdiensten um die Chemie bei weitem übertraf, war Andreas Sigismund Marggraf, 1709 zu Berlin geboren und 1782 daselbst gestorben. Marggraf, dessen Vater zu Berlin Apothekenbesitzer war, genoß bei diesem Unterricht in den Anfangsgründen der Pharmacie; da aber ihn die Chemie vorzugsweise anzog, so bildete er in dieser Wissenschaft sich zunächst unter Raumann weiter aus, später aber suchte er sich ausgedehntere Kenntnisse auf den Universitäten Straßburg, Halle, Frankfurt a. O. und auf der Bergschule zu Freiberg zu verschaffen, worauf er nach Berlin zurückkehrte und ausschließlich chemischen Forschungen lebte. In dieser Stadt wurde er 1760 Mitglied der Akademie und nach Eller's Tode Director der physikalischen Klasse des Instituts. Er beschäftigte sich, trotz einer schwachen Gesundheit, sehr eifrig mit den verschiedensten Theilen der Chemie und war ein hinsichtlich seines Charakters eben so allgemein geschätzter, durch seine Kenntnisse und

Entdeckungen berühmter Mann. Er machte sich namentlich um den Nachweis chemischer Eigenthümlichkeiten mancher Substanzen verdient; so z. B. begründete er den Charakter der Talkerde und Thonerde, wenn derselbe auch bereits durch Hoffmann angebahnt worden war. Dieser letztere hatte zwar schon die meisten Eigenschaften aufgeführt, aber doch den chemischen Charakter vernachlässigt, während Marggraf sowohl für die Thonerde, als auch die Talkerde nachwies, daß beide von der Kalkerde verschieden seien. Eben so trug er sehr wesentlich dazu bei, die Eigenthümlichkeit des Natrons festzustellen; auch gab er sogar für die Darstellung des Laugenjalzes verschiedene Vorschriften. Ferner beobachtete Marggraf, daß Alkali mehre Metalle, die es aus einer sauren Lösung fällt, im Ueberschuß zugelegt, wieder auflöst. — Er zeigte schon 1750, daß der Gyps eine Verbindung von Schwefelsäure, Kalkerde und Wasser ist; dagegen vermochte er nicht, im Braunerstein ein besonderes Metall zu entdecken, hielt er die im Schwerspath enthaltene Base für Kalkerde, war er nicht im Stande, trotz seiner Untersuchung, im Flußspath Flußsäure aufzufinden.

Marggraf machte sich ferner um die Bereitungsart des Phosphors aus dem Harn wesentlich verdient und stellte Beobachtungen über das Verhalten des Phosphors zu den Metallen, zum Schwefel, zu den Säuren an; er untersuchte das Harnsalz genauer und entdeckte darin sowohl Phosphorsäure, als auch flüchtiges Alkali, er wandte auch sogar auf seine Resultate über die Darstellung des Phosphors die phlogistische Theorie an; er machte ferner gute Erfahrungen über die Bereitung phosphorescirender Steine, lehrte chemisch reines Silber aus Harn- oder Chlor Silber darstellen, und zwar durch Behandlung desselben mit Ammoniak, bei Zusatz von reinem Quecksilber und durch Abtreiben des auf diese Weise gebildeten Amalgams; er stellte auch Versuche an, um einige Metallgemische aus Kupfer, Zinn und Zink zum technischen Gebrauch verwenden zu können, machte mehre für die Färberei wichtige Beobachtungen und suchte den Zuckergehalt der Runkelrüben und einiger anderen Pflanzen Deutschlands nachzuweisen. — Die Versuche und Entdeckungen Marggraf's finden sich meistens in den Schriften der Berliner Akademie für die Jahre 1747 bis 1779. Die Mehrzahl dieser Aufsätze wurde indessen von ihm selbst gesammelt und in zwei Theilen (von 1761 und 1767) unter dem Titel: „Chemische Schriften“ herausgegeben, von denen der erste Theil sogar in die französische Sprache übersetzt wurde.

Die bedeutenderen Chemiker, welche während des phlogistischen Zeitalters Stahl's Nachfolger in Deutschland wurden, sind hier bereits aufgeführt; es mag aber auch nicht unerwähnt bleiben, daß verschiedene gestiftete Gesellschaften auf die Chemie einen wesentlichen Einfluß ausübten, so z. B. die unter dem Vorsitz Albrechts von Haller zu Göttingen 1751 gestiftete Gesellschaft der Wissenschaften, die 1759 gegründete Münchener Akademie, die 1754 zu Harlem zusammengetretene holländische Gesellschaft u.

Von großer Bedeutung war aber auch zu jener Zeit die Entwicklung der Chemie in Frankreich, es dürfen daher auch einige der einflussreichsten französischen Che-

miser damaliger Zeit nicht unerwähnt bleiben. Ein Coötan Stahl's war unter Anderen Stephan Franz Geoffroy, Sohn eines Pariser Apothekers, welcher im Jahre 1672 geboren wurde. Durch seines Vaters bekannte Vielseitigkeit und Gelehrsamkeit wurde ihm schon in früher Jugend Gelegenheit geboten, mit damals bedeutenden Männern in Berührung zu kommen, und eine Neigung für naturwissenschaftliche Studien zu nähren. Der junge Geoffroy erlernte in seines Vaters Hause die Apothekerkunst und hörte gleichzeitig an der Universität zu Paris medicinische Vorlesungen, hielt sich dann an verschiedenen Orten Frankreichs als Apotheker auf, um sich weiter auszubilden, so z. B. längere Zeit hindurch in Montpellier. Er hatte Gelegenheit, London zu besuchen und wurde dort von der Royal Society als Mitglied aufgenommen; nach einem Besuche Hollands kehrte er 1700 nach Paris zurück, um als Leibarzt eines gewissen v. Louvois auf einer Reise nach Italien zu fungiren. 1704 erlangte er die medicinische Doctorwürde und 1707 wurde er zum Professor der Chemie an dem Jardin des plantes und 1709 zum Professor am Collège royal ernannt, und es endete sein Leben, in welchem er sowohl als Lehrer, wie auch als Forscher auf dem Gebiete der Chemie mit Erfolg gewirkt hatte, im Jahre 1731.

Geoffroy näherte sich in seinen Ansichten hinsichtlich der Verbrennungstheorie denen Stahl's; er betrachtete den Schwefel als aus einer Säure und einem brennbaren Stoff zusammengesetzt und bestrebte sich, diese Ansicht außer Zweifel zu setzen. Er nahm in den Metallen ebenfalls eine erdige Grundlage an, welche mit derjenigen Substanz verbunden sein sollte, welche von Homberg als Schwefel bezeichnet worden sei und als Stahl's Phlogiston zu betrachten ist. Geoffroy stellte Versuche an, bei denen er mittelst eines großen Brennglases aus verschiedenen Metallen jene erdige Grundlage, die Metalkalke ausgeschieden hatte, so daß er behauptete, die erdigen Bestandtheile der verschiedenen Metalle seien an und für sich verschieden und der Ansicht war, in den Metallen sei auch noch eine Säure enthalten. Er hatte ferner in der Asche verschiedener Holzarten Eisen nachgewiesen und hielt dieses, wie früher Becher, für bei der Einäscherung künstlich erzeugt; aus brennbaren Stoffen, namentlich Kohlen, meinte er durch Erhitzen mit eisenhaltigem Thon gleichfalls Eisen erzeugen zu können, und darnach mußten Del und Eisen aus erdiger Grundlage, Säure und brennbarem Stoffe bestehen. Diese Ansicht über die künstliche Zusammensetzung des Eisens wurde indessen sogleich von dem jüngeren Lémery angegriffen und der wahre Vorgang auseinandergesetzt.

Geoffroy hat seine Entdeckungen und Ansichten in einer beträchtlichen Anzahl von Abhandlungen in den Philosophical Transactions für die Jahre 1699—1709 und in den Memoiren der Pariser Akademie für 1700—1727 veröffentlicht, wiewohl außer diesen Schriften noch sein Tractatus de materia medica Erwähnung verdient.

Ein jüngerer Bruder Geoffroy's, Claude Joseph Geoffroy, welcher 1686 zu Paris geboren worden war und daselbst im Jahre 1752 starb, war ebenfalls seit 1707 Mitglied der Akademie; jedoch war derselbe, obgleich die Memoiren

ebenfalls auch viele Abhandlungen von ihm enthalten, nicht so bedeutend wie sein Bruder. Er hat sich namentlich viel mit den Salzen beschäftigt.

Besonders ist ferner der 1700 zu Paris geborene Chemiker Heinrich Ludwig Duhamel du Monceau aufzuführen, welcher bis zu seinem Tode 1781 erfolgreich wirkte, indem er sich namentlich um die Physiologie, Agricultur und Meteorologie sehr verdient machte, aber auch die Chemie erweiternd bereicherte. So z. B. unterschied er das Natron von dem Kali; er zeigte in einer im Jahre 1736 erschienenen Abhandlung, daß die weiße Erde, welche aus einer Auflösung des gewöhnlichen Kochsalzes durch Kali niederschlagen wird und welche bis dahin von den meisten Chemikern für die Grundlage jenes Salzes gehalten wurde, nur eine zufällige Verunreinigung ist, da sie nur wenig beträgt und mit Salzsäure verbunden nicht wieder Kochsalz liefert. Dagegen fand er in dem reinen Kochsalz eine Basis, welche für sich und mit Säure vereinigt, andere Eigenschaften zeigt, als die gewöhnlichen Kaliverbindungen. Er lehrte verschiedene Methoden kennen, die Soda rein darzustellen und wies zugleich das Vorkommen dieser Base in der Asche der Pflanzen nach, welche an der Meeresküste wachsen; später fügte er noch die interessante Entdeckung hinzu, daß die Quantität des Natrons in diesen Gewächsen sich vermindert, dagegen der Kaligehalt zunimmt, wenn dieselben vom Strande hinweg in das Binnenland verpflanzt werden. Außerdem hat Duhamel um die Aether-Bereitung, um die Darstellung des löslichen Weinsleins sich gekümmert, obgleich seine Untersuchungen und Arbeiten zu einer neuen Reihe von Forschungen keine Veranlassung gegeben haben.

Duhamel veröffentlichte verschiedene Abhandlungen in den Memoiren der Pariser Akademie für 1732—1767 und gab außerdem, zum Theil mit anderen Gelehrten gemeinschaftlich 1763 *L'art du Tailleur et du Briquetier*, 1764 *L'art de couvrir le cuivre rouge en laiton*, 1771 *L'art de faire la colle*, 1775 *La fabrique de l'amidon*, 1777 *L'art du savonnier etc.* heraus.

Als ein anderer Anhänger der phlogistischen Theorie kann auch der französische Chemiker Peter Joseph Macquer, welcher 1718 zu Paris geboren wurde, aufgeführt werden, welcher sich dem Studium der Medicin und Chemie mit außerordentlichem Eifer widmete und schon 1745 Mitglied der Akademie wurde.

Die Chemie wurde von seiner Seite durch zahlreiche Originalarbeiten bereichert; die Färbekunst verdankt ihm sehr wichtige Belehrungen und der Porzellanfabrik zu Sevres wurde die Benutzung der trefflichen Porzellanerde, in Folge eines Preises zu Theil, welchen Macquer für die Auffindung einer solchen ausgesetzt hatte.

Macquer's Arbeiten sind hauptsächlich in den Memoiren der Pariser Akademie für die Jahre 1745—1779 niedergelegt worden. Seine *Eléments de chimie théorique* und seine *Eléments de chimie pratique*, von denen die ersteren 1749, die letzteren 1751 erschienen, wurden als Compendien sowohl in Frankreich, als auch im Ausland benutzt. Sämmtliche neuen Entdeckungen fanden in seinen *Eléments de la théorie et de la pratique de la chimie*, welche 1775 heraus-

gegeben wurden, Berücksichtigung. Ein Dictionnaire de chymie erschien zuerst 1766, bedeutend erweitert 1778 und fand erfreulichen Anklang. — Der Tod machte seiner irdischen Wirksamkeit 1784 ein Ende.

Nicht allein aber in Deutschland und Frankreich, sondern auch in England wurde für die Entwicklung der Chemie Sorge getragen. Es lebten zwar schon gegen 1700 und auch in der ersten Hälfte des 18. Jahrh. einzelne englische Chemiker, deren Untersuchungen verdienstvoll genannt werden dürfen, aber jene Männer waren nicht so hervorragend und einflußreich, daß sie Vertreter der Wissenschaft genannt werden konnten. Zu jener Zeit war es nur der bekannte Newton, welcher mit besonderem Eifer den Naturwissenschaften sich widmete und ein neues Gebiet dadurch eröffnete, daß er die Anwendung der Mathematik auf die Naturforschung anbahnte. Es muß jedoch zugestanden werden, daß in England das Fortschreiten in den Naturwissenschaften immer mehr zunahm, wozu namentlich die Gründung gelehrter Gesellschaften wesentlich beitrug; eine solche Gesellschaft hatte sich schon 1731 zu Edinburgh durch das Zusammentreten mehrerer Aerzte gebildet, welche freilich die Förderung der Arzneiwissenschaft als Ziel sich stellten, aber später sich auch den Naturwissenschaften widmeten und in den von ihnen herausgegebenen Essays and Observations Physical and Literary read before a Society in Edinburgh eine beträchtliche Anzahl chemischer Aufsätze veröffentlichten. Später gab diese Gesellschaft ihre Denkschriften als Transactions of the Royal Society of Edinburgh heraus. Im Jahre 1782 wurde zu Dublin eine ähnliche Gesellschaft gegründet, deren Schriften, Transactions of the Irish Academy, seit 1787 herausgegeben wurden. Diese Akademie hat indessen, obgleich ein gewisser Kirwan wohl Erwähnung verdient, keinen einflußreichen Chemiker aufzuweisen, wenigstens solche nicht, die einen wesentlichen Einfluß auf die Richtung der Wissenschaft ausübten.

Als Mitglied der Edinburgher Gesellschaft ist indessen ein Mann zu erwähnen, welcher einen mächtigen Einfluß auf die Wissenschaft ausübte, indem er dieselbe mit neuen Entdeckungen bereicherte, welche bei den meisten Chemikern Anerkennung fanden. — Joseph Black war 1728 zu Bordeaux geboren worden, wo sein aus Schottland stammender Vater kaufmännischen Geschäften sich widmete. Er erhielt seine erste Erziehung zu Belfast in Irland und bezog 1746 die Universität Glasgow, widmete sich daselbst den medicinischen Studien und machte sich mit den Naturwissenschaften mehr vertraut; besonders war es die Chemie, welche den jungen Black anzog. 1750 bezog Black die Universität zu Edinburgh, um dort seine medicinischen Studien zu vollenden. — Black beschäftigte sich sehr viel mit einer medicinisch-chemischen Frage, welche sich auf auflösende Mittel für die Blasensteine bezog. Solche Mittel suchte man in den Alkalkalien zu finden, worüber Black in verschiedenen schriftlichen Arbeiten sich ausließ, so daß er dadurch einen Ruf erlangte, welcher Veranlassung war, daß er nach Glasgow als Professor der Chemie gerufen wurde, nachdem sein Vorgänger Dr. Cullen einen Ruf nach Edinburgh erhalten und angenommen hatte; und als später Cullen die Professur der Chemie mit der der Medicin vertauschte, folgte Black demselben als Professor der

Chemie. In Edinburgh war Blac von 1756—1797 für die Verbreitung der Chemie als geistvoller und anregender Mann thätig; endlich nahm seine schwächliche Gesundheit immer mehr ab, so daß er in seinen letzten Lebensjahren nicht mehr wirksam sein konnte, bis er denn im 71. Lebensjahre 1799 endete. Blac gebührt das Verdienst, daß er einen Unterschied zwischen milden und ägenden Alkalien auffand, und die Verwandlung der einen in die anderen richtig zu erklären mußte. Er widerlegte die Ansicht, welche bis dahin herrschend war, daß die Alkalien einfache Stoffe seien und erklärte sie für Verbindungen. Blac bestätigte ferner, daß nicht ägender Kalk am Gewicht verliert, wenn er ägend gemacht wird, woraus er folgerte, daß der erstere den letzteren als Bestandtheil in sich enthält; er zeigte ferner, daß die Alkalien in dem Zustande, wo sie nicht ägend sind, mit Säuren aufbrausen und eine Lustart abgeben, welche ganz dieselbe ist, wie die aus nicht ägendem Kalk durch Glühen ausgetriebene, in welcher er den zweiten Bestandtheil der milden Alkalien fand. Demzufolge stellte Blac die Behauptung auf, daß jene Körper im einfachen Zustande ägend sind und erst durch Verbindung mit fixer Luft diese Eigenschaft verlieren.

Sinsichtlich der phlogistischen Theorie bestrebte sich Blac dieselbe umzustossen, obgleich er lange Zeit hindurch ihr gehuldigt hatte. Er bestritt sie fortwährend indirect, trotzdem, daß er ein Anhänger sein wollte, indem er, dem Geist der phlogistischen Theorie zuwider, sich nicht allein mit der Erklärung der qualitativen Erscheinungen beschäftigte, sondern auch die quantitativen Verhältnisse berücksichtigte. Seine Ansicht sprach sich nämlich dahin aus, daß wenn man aus einer bestimmten Quantität eines Körpers eine geringere Quantität eines anderen erhält, diese letztere nicht eine Verbindung des ersteren sein kann, sondern als ein Bestandtheil desselben betrachtet werden muß.

In Betreff der literarischen Leistungen ist zunächst die Inaugural-Dissertation Blac's, welche unter dem Titel: „Dissertatio de humore acido a cibo orto et de magnesia“ erschien und an welche sich seine Untersuchungen über die Complicität der Erden und Alkalien knüpften, zu erwähnen.

Der Gegenstand dieser Dissertation wurde vollständig in einer Abhandlung erörtert, welche unter dem Titel: „Experiments upon Magnesia alba, Quicklime, and other Alcaline Substances“ in den Schriften der Edinburgher Gesellschaft erschien und 1796 nochmals als selbstständiges Werk herausgegeben wurde. Untersuchungen über die latente Wärme erschienen in den Philosophical Transactions für 1775. Seine Vorlesungen über Chemie, von denen er ein Manuscript hinterlassen hatte, wurden nach seinem Tode Anno 1803 unter dem Titel: „Lectures on Chemistry“ veröffentlicht.

Ein anderer englischer Chemiker, welcher Erwähnung verdient, war Heinrich Cavendish, welcher 1731 zu London geboren wurde. Cavendish gab sich in aller Zurückgezogenheit den wissenschaftlichen Studien mit großem Eifer hin, besonders war es aber die Chemie, welche ihn anzog, obgleich er innerhalb der letzten

zwanzig Jahre seines Lebens, d. h. von 1790 an, dieselbe ganz verlassen hat. Er lebte bis zu seinem Tode (1810) in London ganz zurückgezogen und kam, wegen seines wenig liebenswürdigen und verträglichen Charakters, mit anderen Chemikern nur selten in Verührung. Seine glänzenden Vermögensverhältnisse ließen es auf der anderen Seite auch zu, daß er sich selbst leben konnte und um Andere sich wenig zu kümmern hatte.

Cavendish machte für die chemische Wissenschaft sich namentlich um die Lehre von den Gasen verdient. So zeigte er z. B. im Jahre 1766 zuerst, daß es Gase gibt, welche auf keine Weise als gewöhnliche Luft mit irgend einer Beimengung betrachtet werden können. Kohlensäure und Wasserstoffgas, von denen er letzteres als das brennbare bezeichnete, waren die beiden ersten Gase, welche er genauer untersuchte. Das Wasserstoffgas bereitete er sich durch Auflösen von Metallen in verdünnter Schwefelsäure, und er fand dasselbe bedeutend specifisch leichter, als die atmosphärische Luft; obgleich, wie zu jener Zeit nicht erwartet werden konnte, die Angabe über das specifische Gewicht nicht genau ist. Er fand ferner, daß das Wasserstoffgas die Verbrennung und das Athmen nicht zu unterhalten vermag, aber daß es, wie schon erwähnt, selbst brennbar ist. Er entdeckte auch schon die Eigenschaft an demselben, daß es mit atmosphärischer Luft gemengt und angezündet heftig explodirt, suchte schon sogar das Mengenverhältniß zu bestimmen, bei welchem die Explosion am stärksten ist. Er beobachtete ferner, daß gleiche Gewichte verschiedener Metalle bei ihrem Auflösen in Schwefelsäure verschiedene Mengen von Wasserstoffgas entwickeln und suchte diese auszumitteln; er beobachtete sodann auch, daß die Schwefelsäure in concentrirtem Zustande die Metalle nicht angreift und erst beim Erhitzen eine Gasart (schweflige Säure) sich entwickelt, welche nicht als Wasserstoffgas bezeichnet werden darf. Nach Cavendish's Ansicht war das Wasserstoffgas mit Phlogiston identisch; aus seiner Verbindung mit Metallkalk werde es aus den Metallen unverändert abgeschieden, wenn die darauf einwirkende Schwefelsäure in verdünntem Zustande sich befindet; nach ihm verbindet es sich mit einem Theile der Schwefelsäure, wenn man diese concentrirt einwirken läßt, und diese Verbindung ist dann schweflige Säure.

Zur genauen Untersuchung der Kohlensäure löste Cavendish Marmor in Chlorwasserstoffsäure, bestimmte das specifische Gewicht jener Säure ziemlich genau und suchte festzustellen, wie viel Wasser, Alkohol und Del von jenem Gase aufzunehmen vermögen. Er bestätigte ferner das Unvermögen, die Verbrennung zu unterhalten und suchte zu ermitteln, eine wie große Menge fixer Luft der gewöhnlichen Luft beigemischt sein muß, um den Verbrennungs-Proceß gänzlich zu verhindern. Er fand ferner, daß die fixe Luft mit Kali vereinigt, dasselbe leicht krystallisirbar macht, bestimmte ferner die quantitative Zusammensetzung mehrerer kohlensaurer Salze. Sodann zeigte er noch, daß bei der Weingährung sich Kohlensäure entwickelt, und daß das auf diese Weise sich bildende Gas, hinsichtlich seiner Eigenschaften, mit denen desjenigen Gases übereinstimmt, welches sich entwickelt, wenn Marmor mit Säuren behandelt wird. In der Luft, welche sich bei der

Räukniß thierischer Substanzen entwickelt, fand er, außer fixer Luft, auch noch brennbares Gas enthalten.

Außerdem veröffentlichte Cavendish im Jahre 1783 eine wichtige Abhandlung über die quantitative Zusammensetzung der atmosphärischen Luft, in welcher Sauerstoff und Stickstoff einige Jahre zuvor, als eigenthümliche Bestandtheile unterschieden worden waren.

Die Güte der Luft hing, nach damaliger Ansicht, von der Menge des darin enthaltenen Sauerstoffs ab, wiewohl die angewandten Mittel, um sie zu zerlegen, sehr unvollkommen waren und sich fast ganz auf die kurz zuvor, im Jahre 1774 von Priestley gemachte Entdeckung, daß eine Sauerstoff enthaltende Luftmischung eine um so stärkere Volumen-Verminderung durch Zusatz von Salpetersäure erleidet, je reicher sie an Sauerstoff ist, beschränkten. Bei der Unvollkommenheit der Mittel, auf dieses Princip hin die Analyse der Luft zu bewerkstelligen, konnte es natürlich nicht fehlen, daß zwei Versuche, welche an verschiedenen Orten oder zu verschiedenen Zeiten ausgeführt wurden, bedeutende Differenzen in dem Sauerstoffgehalt der Luft ergaben. Cavendish that jedoch dar, und zwar gebührt ihm das Prioritäts-Recht in dieser Beziehung, daß die Differenzen, welche hinsichtlich der Zusammensetzung der Luft gefunden worden waren, nur in der Unzuverlässigkeit der Instrumente und in der Ungeschicklichkeit der Beobachter ihren Grund hatten, daß die Luft vielmehr überall und zu allen Jahreszeiten gleich zusammengesetzt ist. Cavendish's Analyse, welche mit Hülfe des unsicheren Salpetergas-Eudiometers ausgeführt wurde, ist immerhin recht genau und kommt allen neueren Beobachtungen sehr nahe. Besonders verdient die Arbeit Cavendish's, welche in den Jahren 1784 und 1785 unter dem Titel: „Experiments on air“ veröffentlicht wurde, Erwähnung. Er suchte nämlich in diesen Arbeiten auszumitteln, welche Veränderungen die Luft erleidet, wenn in ihr Körper verbrennen, und welche Producte durch die Vereinigung zweier Gase resultiren. Er zeigte ferner, daß durch Verbrennung nur dann Kohlen säure gebildet wird, wenn in dem verbrennenden Körper eine animalische oder vegetabilische Substanz enthalten ist, ferner, daß durch Vereinigung des Wasserstoffs mit Sauerstoff sich Wasser bildet und daß, wenn Stickoxyd mit dem Sauerstoff der Atmosphäre sich vereinigt, sowie auch endlich, daß die Salpetersäure aus Stickstoff und Sauerstoff besteht &c. Solche Untersuchungen und Arbeiten mußten natürlich dazu beitragen, die phlogistische Theorie zu stürzen, wiewohl Cavendish dies nicht erkannte, und da er eine Abneigung gegen alle Neuerungen in der Chemie an den Tag legte, so blieb er, trotz der erwähnten Untersuchungen, stets Anhänger der Phlogiston-Hypothese, tadelte es sogar, die Annahme des Phlogistons zu verwerfen und seine Abneigung, welche er gegen alle Neuerungen in der Chemie, in der Theorie und in der Nomenclatur hegte, waren Veranlassung, daß er stets Anhänger der Phlogiston-Hypothese blieb. Er räumte zwar 1784 ein, daß sich die meisten chemischen Processe auch ohne Annahme des Phlogistons erklären lassen, aber behauptete auch, daß es nicht nöthig und sogar fehlerhaft sei, die Annahme des Phlogistons zu verwerfen; er veröffent-

lichte sogar eine Darstellung der Phlogiston-Theorie, welche, mit großem Scharfsinn ausgearbeitet, sich auf alle Einwürfe, die man dieser Theorie machte, ausdehnte.

Cavendish hat ferner verschiedene schätzenswerthe Arbeiten geliefert, so z. B. auch nachgewiesen, daß Kalk oder Kalkerde durch einen Ueberschuß von Kohlensäure in Wasser löslich werden, sodann über die Gefrierpunkte von Quecksilber und Mineral Säuren etc.

Die literarischen Productionen finden sich in den Philosophical Transactions für 1766—1792; aber außerdem erschienen auch als selbständige Werke Experiments on air 1784 und ein Account of a new Eudiometer 1783.

Ein mehr als Cavendish hervorragender englischer Chemiker jener Zeit war Joseph Priestley, welcher 1733 zu Fieldhead (in der Nähe von Leeds in Yorkshire) geboren wurde. Derselbe war freilich ursprünglich bestimmt, sich dem kaufmännischen Fache zu widmen, suchte aber dennoch auch gelehrten Unterricht zu genießen und wurde namentlich durch das Studium der alten Sprachen angezogen, um so mehr, da eine größere Neigung für den geistlichen, als für den Handelsstand sich zeigte. In seinem neunzehnten Jahre entschloß er sich, seiner Neigung zu folgen und studirte nun drei Jahre hindurch Theologie auf der Akademie zu Daventry, verließ diese Anstalt 1755, wurde zu Needham in der Grafschaft Norfolk Prediger, vertauschte aber diese Stellung mit einer gleichen zu Rentwich in Cheshire, wo er in sehr angenehmen Verhältnissen lebte. Er begann daselbst sich mit den Naturwissenschaften vertraut zu machen und folgte 1761 einer Aufforderung, die Stelle eines Sprachlehrers an der Akademie zu Warrington zu übernehmen, die er sechs Jahre lang bekleidete. In dieser Stellung hatte er sehr viele Muße und beschäftigte sich daher sehr eifrig mit den Naturwissenschaften. Im Jahre 1767 gab er eine Geschichte der Electricitäts-Lehre heraus und wurde, in Folge derselben, Mitglied der Königl. Gesellschaft zu London und erhielt als Anerkennung seiner Verdienste um die Wissenschaft von der Universität Edinburgh das Diplom eines Doctors der Rechte. 1767 gab er seine Lehrerstelle auf und trat nun zu Leeds wieder als Prediger auf. Er beschäftigte sich fortwährend noch sowohl mit Naturwissenschaften, als auch mit der Theologie. Er verließ aber auch bald wieder Leeds und nahm 1773 das Anerbieten eines reichen Engländers, des Grafen Shelburne an, als Gesellschafter mit ihm zu ziehen und begleitete denselben auf seinen Reisen durch Holland, Frankreich, (wo er in Paris mit den bedeutendsten Chemikern bekannt wurde) und einen Theil von Deutschland. Nach seiner Rückkehr beschäftigte er sich sehr eifrig mit den Naturwissenschaften und arbeitete namentlich über die Gase; jedoch trennte er sich sehr bald (1780) von seinem Gönner, wiewohl derselbe ihm noch längere Zeit Unterstützung zukommen ließ; denn Priestley's Vermögens-Verhältnisse waren so dürftig, daß seine Freunde sich seiner annehmen und ihn mit Lebensmitteln versorgen mußten. Diesem Mangel wurde übrigens bald dadurch abgeholfen, daß er eine Predigerstelle zu Birmingham annahm; aber er kam in den Ruf eines Anhängers der französischen Revolution, wodurch der Haß des Volkes immer größer wurde, so daß 1791 sogar Volksunruhen ausbrachen,

bei denen Priestley's Haus, die Kirche und die Wohnungen seiner Freunde zerstört wurden. Priestley mußte daher die Flucht ergreifen und sah sich sogar veranlaßt, da er von den Mitgliedern der Königl. Gesellschaft zu London angefeindet wurde, aus derselben auszutreten. Er verließ alsdann England und übersiedelte 1795 nach Nordamerika, wohin ein Theil seiner Familie ihm vorausgegangen war. Man bot ihm in Philadelphia zwar eine Professur der Chemie an, er schlug dieselbe aber aus und ließ sich an den Quellen des Susquehanna in Northumberland nieder. Er beschäftigte sich auch hier mit Chemie, mehr aber mit der Theologie, sowie bis zu seinem Tode 1804 meistens mit literarischen Arbeiten. Trotz seines vielbewegten Lebens entwickelte Priestley eine außerordentliche wissenschaftliche Thätigkeit, deren kleinere Hälfte den Naturwissenschaften und hiervon ein geringer Theil der Scheidekunst zugewandt war. Seine meisten Schriften sind theologischen, metaphysischen oder politischen Inhalts.

Obgleich Priestley, welcher nur in Liverpool Vorlesungen über Chemie gehört hatte, zu ausgedehnten und umfassenden Kenntnissen nicht gelangt war, so gelang es ihm doch, da er mit einem Theile sich beschäftigte, in welchem bis dahin fast noch gar nichts gearbeitet war, ohne tiefe chemische Kenntnisse, sehr bedeutungsvolle Entdeckungen zu machen, die sich auf die meisten wichtigen Gasarten beziehen. Zuerst veröffentlichte er die Sättigung des Wassers mit Kohlensäure, um künstliche Säuerlinge*) zu erzeugen, sodann beschäftigte ihn die Untersuchung des Stioxyds, dessen Eigenschaften er zuerst genauer bestimmte; namentlich erkannte er das Verhalten des Stioxyds, mit atmosphärischer Luft zusammengebracht sich zu verdichten, und wurde hierdurch später darauf geleitet, die Analyse der Luft auf dieses Princip zu gründen. Die hervorragendste Entdeckung Priestley's war jedoch die des Sauerstoffgases, welches er zuerst im Jahre 1774**) aus dem rothen Quecksilberoxyd durch Erhitzen erhielt; denn diese Entdeckung bildete gewissermaßen die Basis, auf welcher hier bald ein neues Gebäude der chemischen Theorie gegründet wurde, weil er in diesem Gase eine Lustart erkannte, welche das Athmen und das Verbrennen länger und lebhafter zu unterhalten vermag, als ein gleiches Volumen atmosphärischer Luft; auch zeigte er später, daß dieser Theil der atmosphärischen Luft beim Athmen in den Lungen auf das Blut wirkt und ihm eine mehr rothe Färbung ertheilt. Uebrigens erkannte Priestley den Antheil, welchen das Sauerstoffgas an der Verbrennung nimmt, nicht richtig, denn er kam nicht zu dem Schluß, daß Verbrennung die Vereinigung eines Metalles mit diesem Gase ist; — er zog aus seiner Entdeckung auch nicht selbst die theoretischen Folgerungen, welche sie nothwendig hervorrufen mußte; dennoch gebührt ihm, wegen der empirischen Erkenntniß der Thatfachen, ein großes Verdienst. Außerdem mag von Priestley's

*) Directions for impregnating Water with fixed air, in order to communicate to it the peculiar spirit and virtues of Pyrmont water and other mineral waters of a similar nature. London 1772.

**) Experiments and observations on different Kinds of air.

chemischen Entdeckungen noch die des Stickstoffoxyduls (1776). (*Experiments and observations on different Kinds of air*), und die des Kohlenoxyds (1799) Erwähnung verdienen. Auch lehrte Priestley zuerst verschiedene vom Wasser absorbirbare Gase, unter Anwendung des Quecksilbers in einem pneumatischen Apparat, nämlich im Jahre 1774 das schwefligsaure und Ammoniak-Gas, auch 1775 das Fluorkieselflasgas kennen. Man kann demnach mit Recht behaupten, daß Priestley für viele wichtige Thatfachen die Vorarbeiten außerordentlich gefördert hat, obgleich er manche richtige Erkennung verfehlte, welches jedoch durch seine geringen Kenntnisse entschuldigt werden mag; — auch gehörte er noch zu den eifrigsten Vertheidigern der Phlogiston-Theorie.

Seine literarischen Leistungen finden sich in den *Philosophical Transactions* für 1776 bis 1791; über die Gase gab er aber 1772 noch selbständige Sammlungen heraus, so z. B.: „*Directions for impregnating water with fixed air etc.*; *Observations on different Kinds of air*; *Experiments and observations relating to various branches of Natural Philosophy*; *Experiments and Observations on different Kinds of air and other branches of Natural Philosophy* und *Disquisitions relating to matter and spirit*. Auch in Amerika veröffentlichte er noch einige Aufsätze in den *Philosophical Transactions of the American philosophical Society*, und schrieb endlich in Amerika, zur Vertheidigung der Phlogiston-Theorie, noch einige Streitschriften, so z. B. *Considerations on the doctrine of phlogiston and the composition of water refuted*. Jedoch kamen diese Streitschriften zu spät und hielten daher die phlogistische Theorie nicht länger; denn die Leistungen der bisher aufgeführten Chemiker, obgleich sich diese im Allgemeinen noch zu dieser Theorie bekannten, hatten Thatfachen festgestellt, welche mit derselben unvereinbar waren, und auf diese und eigene Versuche gestützt, hatte schon Lavoisier die phlogistische Theorie widerlegt. Lavoisier gab dadurch der ganzen Chemie eine andere Richtung und einen Umschwung, welcher außerordentliche Folgen hatte. Ehe jedoch wir Lavoisier und dessen Leistungen, bedeutenden unwälgenden Entdeckungen unsere Aufmerksamkeit widmen können, verdienen zwei schwedische Chemiker, Scheele und Bergman, gebührende Beachtung und Berücksichtigung.

Scheele stammte aus einer Kaufmanns-Familie zu Stralsund, wo er zu Ende des Jahres 1742 das Tageslicht erblickte. Während seiner Schulzeit gab er sehr geringe Neigung für die Sprachen zu erkennen; dagegen waren seine Bestrebungen auf die Pharmacie gerichtet, und trat die Neigung für diesen Beruf immer mehr hervor, so daß sein Vater, der Kaufmann Scheele zu Stralsund, ihm einen gewissen Herrn Bauch zu Gothenburg anvertraute, in dessen Apotheke er die Apothekerkunst erlernte, und mehr durch eignen Fleiß, durch Nachdenken, Lesen und Studiren, als durch den Unterricht seines Principals, den ersten Grund zu seinem späteren Ruhm legte. Besonders waren es die Werke Lémery's, Stahl's und anderer bedeutenden Männer der Vorzeit, denen er während seiner Ruhestunden sein Studium zuwandte; gleichzeitig experimentirte er aber auch sehr fleißig, wovon die Folge war, daß er später, sogar in beschränkter Situation

und nur mit dürftigen Apparaten ausgestattet, sehr wichtige und schwierige Versuche ausführte. Nach Beendigung seiner sechsjährigen Lehrzeit verweilte Scheele, trotz des mangelhaften Unterrichts, welchen er bei dem Herrn Bauch genoß, in dessen Apotheke noch einige Jahre; im Jahre 1765 begab er sich jedoch nach Malmö und fungirte dort in der Apotheke des Herrn Kalkström, zwei Jahre als Gehülfe, alsdann in gleicher Eigenschaft bei dem Apotheker Scharenberg in Stockholm, welches er aber im Jahre 1773 verließ, um in Upsala bei dem Apotheker Looß eine Stelle anzunehmen.

Auf dieser Hochschule fand Scheele Gelegenheit, mit würdigen Gelehrten bekannt zu werden, und namentlich mit Bergman, von welchem alsdann auch die Rede sein wird und welcher Scheele's anspruchslosen und biedern Charakter sehr hochschätzte, bald innige Freundschaft zu schließen. Scheele fand dadurch und daß er die chemischen Werke der Universität benutzen durfte immer größere Ermunterung, seiner Lieblings-Wissenschaft zu leben und seine betretene, ruhmvolle Bahn unausgesetzt zu verfolgen.

Auf Verordnung des Rathes der Aerzte zu Stockholm wurde er 1775 zu Köping, nach dem Tode des dortigen Apothekers, Vorsteher der Apotheke daselbst, welche er 1777 käuflich übernahm. An diesem Orte lebte Scheele, bei seiner Function, um den Reiz glänzender Anerbietungen außerhalb seines Vaterlandes sich nicht kümmern und im Dunklen vorübergehend, seiner Lieblings-Wissenschaft mit großem Eifer und arbeitete unermüdet, unterstützt von der Königlichen Akademie zu Stockholm, auf diesem Felde, wiewohl seine Hülfsmittel geringer waren, als die mancher anderen Zeit- und Fachgenossen. Selbst unter solchen beschränkten Verhältnissen machte er die wichtigsten Entdeckungen; aber schon im Frühlinge des Jahres 1786, nachdem er kaum das 43. Lebensjahr zurückgelegt hatte, wurde sein irdisches Dasein durch den unerbittlichen Tod beendet, zu früh jedenfalls zu jener Zeit für die Wissenschaft, um so mehr, da Scheele stets thätig und erfolgreich wirkte. Denn viele von ihm aufgedeckte merkwürdige Thatfachen, wodurch er die Wissenschaft sehr förderte, können aufgezählt werden. So z. B. verdankte ihm die Chemie die Entdeckung der Molybdänsäure in dem Molybdänlanz oder Wasserblei, welches er von dem Reißblei oder Graphit gehörig unterscheiden lehrte (Kongl. Svenska Vetenskaps Academiens Handlingar för år 1778. p. 247—256 und ebendaselbst für år 1779. p. 238—245); auch die Entdeckung des Mangans als eines besonderen metallischen Grundstoffes in dem Braunstein oder Manganhypoxhyd in ebender selben Zeitschrift für år 1774. p. 89—116. Sodann veröffentlichte er Abhandlungen über die Luft, Licht und Wärme (Feuer), die Entdeckung der Baryterde oder Schwererde (1. in Kongl. Svenska Academiens Handlingar för år 1774. p. 112—114; 2. Chemische Abhandlung von der Luft und Feuer, nebst einem Berichte von T. Bergman. Upsala und Leipzig 1777. p. 137. 3. Beschäftigungen der Berliner Gesellschaft naturforschender Freunde. Berlin. Bd. IV. z. B. S. 621.) Er wies im Tungsten (Tungstein) oder Schwerstein die Wolframsäure nach. (Kongl. Svenska Vetensk. Acad. nya Handl. för år 1775.

p. 263—294); lehrte die Existenz der Arseniksfäure (Kongl. Svenska Vetensk. Acad. Handl. för år 1775. p. 263—294); der Flußspathsäure (ebendaselbst 1. för år 1771. p. 122. 2. Kongl. Svenska Vetensk. Acad. nya Handlingar för år 1780. p. 18—24. 3. Crell's chemische Annalen 1736. Bd. I. St. 1. S. 3—16); der Weinsäure und Klee säure als Bestandtheile der Frucht- und Pflanzensäfte, (S. Fr. Ehrhart, Beiträge zur Naturkunde und der damit verwandten Wissenschaften, besonders der Botanik, Chemie, Haus- und Landwirthschaft, Arznei-gelehrtheit und Apothekerkunst. Hannover und Denabrück. Bd. 1787. S. 78. u. S. 76). und vieler anderer Substanzen im Pflanzen- und Thierreiche (Crell's chemische Annalen 1785. Bd. II. St. 10. S. 299—301); der reinen Citronensäure (Crell's chemische Annalen. 1784. Bd. II. St. 7. S. 3. n.; 1784. Bd. II. St. 10. S. 297); der Aepfelsäure (ebendaselbst 1785. Bd. II. St. 10. S. 291—297); der Milchsäure (Kongl. Svensk. Vetensk. Acad. nya Handling. för år 1780. p. 116—124); der Phosphorsäure als eines Bestandtheils der Knochen (Fr. Ehrhart Medical and philosophical Commentaries by a Society at Edinburgh, 8. Bd. III. London. Th. I). Ferner entdeckte Scheele durch Behandlung des Braunksteins mit Salzsäure das Chlor, bezeichnete dasselbe als eine dephlogistisirte Salzsäure, d. h. als eine Salzsäure, welcher Phlogiston entzogen sei (Kongl. Svensk. Vetensk. Academiens Handlingar för år 1774. No. XXI. §. 6. 33—36), wiewohl diese Ansicht keineswegs hinreichend durchgeführt worden war, um über das Chlor und die Constitution der Salzsäure Licht zu erhalten; aber dennoch hat das später erkannte wirkliche Verhältniß des Chlors zur Salzsäure die durch Scheele gemachte Andeutung bestätigt. Ebenderselbe Chemiker entdeckte ferner auch, daß in der Mehrzahl der von ihm untersuchten Braunkstein-Sorten Baryt enthalten sei und fand, daß die Barytlösung als ein sicheres Erkennungsmittel der Schwefelsäure betrachtet werden dürfe. Auch gelang es Scheele, den färbenden Stoff des Berliner Blau's durch Destillation desselben mit Schwefelsäure abzuscheiden und die quantitative Zusammensetzung der dadurch erzielten wässerigen Blausäure zu erkennen, als deren Bestandtheile er Ammoniak und Phlogiston annahm. Vor Allem ist aber Scheele's Abhandlung*) über Luft und

*) Eine neue von Herrn Hofrath Leonhardi besorgte, sehr vermehrte Ausgabe, erschien zu Leipzig 1781, welche sowohl in die englische, als auch französische Sprache übersetzt worden ist, und zwar unter folgenden Titeln: 1) Chemical observations and experiments on air and fire by Charles Will. Scheele with a prefatory introduction by T. Bergman etc. London 1780. — 2) Traité chimique de l'air et de feu par Charl. Guill. Scheele avec une introduction de Bergman — ouvrage traduit de l'Allemand par le Baron de Dietrich à Paris 1781. Diese Auflage sowohl, als auch die spätere sind in einer lateinischen und deutschen Ausgabe seiner Schriften zusammen gedruckt, und erschienen als: Opuscula chemica et physica latine vertit G. H. Schaefer. Lipsiae. Vol. I. edidit et praefatus est E. E. G. Hebenstreit 1788. — Deutsch: Sämmtliche physische und chemische Werke, nach dem Tode des Verfassers gesammelt und in deutscher Sprache herausgegeben von Dr. L. Fr. Hermstädt. Berlin 8. Erster und zweiter Band 1799.

Feuer, in welcher er den größten Theil seiner Beobachtungen und Erfahrungen niedergelegt hat, an die sich viele neue Entdeckungen knüpfen, beachtenswerth und verdienstvoll; denn Scheele that dar, daß die atmosphärische Luft aus zwei verschiedenen Bestandtheilen besteht, von denen der eine, welchen er Feuerluft nannte, die Verbrennung und das Athmen unterhält, der andere, welchen er als verdorbene Luft bezeichnete, nicht zur Fortdauer dieser Proceffe beiträgt. Da Scheele stellte sogar schon Versuche an, um die Luft, d. h. Dunstfugel oder Atmosphäre unseres Erdballs zu analysiren und soll sich einer Auflösung von Schwefelleber bedient haben, von welcher er erkannte, daß sie den Antheil der sogenannten Feuerluft vollständig absorbirt; aber Scheele versuchte außerdem auch das Verhältniß der sogenannten Feuerluft zu der verdorbenen quantitativ zu bestimmen, wiewohl in dieser Beziehung ein günstiges Resultat von seiner Seite nicht erzielt wurde. Dagegen hat er schon die chemischen Eigenschaften mit großer Genauigkeit und selbst das specifische Gewicht ziemlich richtig beschrieben. Er lehrte ferner, daß die Metalle bei ihrer Verkalkung Feuerluft aufnehmen und bei ihrer Reduction wieder davon befreit werden. Scheele machte, in Folge dieser Bestrebungen und Untersuchungen, die wichtige Entdeckung des Sauerstoffgases (der sogenannten Feuerluft) ganz unabhängig von Priestley, indem er dasselbe aus dem Quecksilberoxyd, Braunstein (Manganhyperoxyd) und anderen Metalloxyden und sogar auch aus dem Salpeter (salpetersaurem Kali) darstellte, und daß diese Arbeiten selbständige waren, wurde von Priestley anerkannt. Ferner nahm Scheele auch die Entwicklung des Stickgases bei der Untersuchung des Knallgoldes, dessen Explosion als eine Feuererscheinung von ihm studirt wurde, wahr, und er erklärte, auf eine Reihe von Untersuchungen gestützt, das mit Goldkalk in dem Knallgold vereinigte Ammoniak für eine Verbindung von Stickstoff mit Phlogiston.

In der oben bezeichneten Schrift hat Scheele ferner auch genaue Untersuchungen über die Verbindungen des Schwefels mit Wasserstoff in ebendenselben Weise durchgeführt und auch die qualitative Zusammensetzung wurde von ihm als richtig erkannt. Eben so findet sich in ebendenselben Werke die Grundlage zu der näheren Kenntniß des Pyrophors, daß nämlich nothwendig ein Kalisalz bei der Vereitung desselben vorhanden sein muß, und es sind auch darin sehr schätzbare Wahrnehmungen über Verbrennung und Athmung, über den chemischen Einfluß der Wärme und des Lichts niedergelegt worden.

Scheele war zwar, wie aus den vorstehenden Berichten sich ergibt, noch Anhänger der Phlogiston-Theorie, aber er täuschte sich doch selbst, da seine Ansichten über die Verbrennung von denen Stahl's gänzlich abwichen; er suchte den Begriff des Phlogistons festzuhalten und die sich darauf stützende Theorie mit den neuen Erfahrungen in Einklang zu bringen; indessen seine sämtlichen Erklärungen huldigten dem Geiste der Theorie, wozu er sich bekannte, und welche nur auf Beobachtung der qualitativen Thatfachen gestützt war.

Scheele erkannte, daß während der Verkalkung der Metalle und während

der Verbrennung Sauerstoffgas von dem brennenden Körper absorbiert wird, und sich hierbei Wärme und Licht entwickeln. Hiernach gelangte er zu der Vorstellung, Phlogiston, welches er in allen verbrennlichen Körpern noch annahm, sei eine äußerst feine wenig gewichtige Substanz, wie Wasserstoffgas; dieses hingegen sah er aus einer gewissen wenig wiegenden salinischen Materie und Wasser zusammen-
gesetzt an, in welcher Verbindung nur sehr wenig Phlogiston enthalten sei. — Bei der Verbrennung sollte nach ihm das Phlogiston des verbrennlichen Körpers mit der salinischen Materie des Sauerstoffs zu Luft und Wärme sich vereinigen, dagegen als Product der Verbrennung eine Verbindung des Bestandtheils, welcher mit dem entwichenen Phlogiston zusammen den verbrennlichen Körper bildete, mit dem Wasser des Sauerstoffs zurückbleiben. — Nach Scheele sollte das Phlogiston ein Hauptbestandtheil des Lichts und der brennbaren Luft sein, ersteres mit vielem Wärmestoff und mit wenigem das Wasserstoffgas bilden.

In gleicher Weise betrachtete er den Schwefelwasserstoff als eine Verbindung des Phlogistons mit Schwefel, mitunter bezeichnete er aber nur damit den Gegensatz zum Sauerstoff, indem er wie Stahl unter Phlogiston eines Körpers eine Abscheidung des Sauerstoffs aus demselben verstand. So z. B. würde die salpetrige Säure, welche Scheele aus der rauchenden Salpetersäure durch Wärme abschied, als phlogistisirte Salpetersäure anzusehen sein. Die Zusammensetzung des Wassers aus Wasserstoff und Sauerstoff erkannte indessen Scheele nicht an, sondern er erklärte die Bildung desselben durch Verbrennen dieser beiden Gasarten als eine Abscheidung des schon zuvor in denselben vorhandenen Wassers und nahm an, daß die Vereinigung der anderen, mit dem Wasserstoff und Sauerstoff bildenden, Bestandtheile in dem Resultat der Erzeugung von Licht und Wärme sich zeige. Wenn nun auch, besonders was die Verbrennungs-Theorie betrifft, Scheele's Ansichten, den Gegnern der phlogistischen Theorie gegenüber, sich nicht lange behaupten konnten, weil er das Gewicht vernachlässigte und nach ihm das Product der Verbrennung weniger wiegen mußte, als der verbrannte Körper, so hat doch Scheele den Grund zu vielen späteren Entdeckungen gelegt und dieser sehr verdienstvolle Chemiker manche Irrthümer anderer Fachgenossen berichtigt. Um so mehr sind aber seine Producte zu bewundern, wenn berücksichtigt wird, daß er eine gelehrte Erziehung nicht genoß. Was würde ein Mann von solchen angeborenen Talenten, von seiner Geschicklichkeit im Experimentiren, von einem so außerordentlichen Scharfsinn in der Wahl der Versuche und den dazu erforderlichen Geräthschaften geleistet haben, wenn auf der einen Seite ihm eine gelehrte Vorbildung zu Theil geworden wäre, auf der anderen Seite äußere Umstände ihn nicht so sehr in seiner Wirksamkeit beschränkt hätten; wie viel rascher würden aber auch die von ihm aufgedeckten Wahrheiten Eingang gefunden haben, wenn ihm ein mehr gefälliger Vortrag eigen gewesen wäre; wie manche herrliche Früchte würde aber trotzdem endlich die Wissenschaft durch ihn geerntet haben, wenn nicht seiner ruhmvollen Laufbahn durch die Vorsehung so gar früh ein Ziel gesetzt worden wäre! Dies war nicht allein hinsichtlich der Wissenschaft zu be-

klagen, sondern auch wegen des ihm vorenthaltenen ehelichen Glücks, welches er zu genießen im Begriff stand.

Der ihm befreundete, mehrfach erwähnte Torbern Bergman, welcher seinen Namen in so sehr ruhmvoller Weise in der Chemie verewigt hat, war eben so eifrig für seine Wissenschaft, eben so anspruchslos und bescheiden, eben so edel und rechtschaffen, aber an äußerer und gelehrter Bildung, an Klarheit, Bestimmtheit und Würde des Vortrags, an Intelligenz in anderen Doctrinen, besonders der gesammten Naturwissenschaft und Mathematik, ihm bei weitem überlegen. Bergman war der Sohn eines Einnehmers königlicher Gefälle zu Katharina-berg in Westgothland, welchem er im Jahre 1735*) geboren wurde. Bis in sein siebzehntes Jahr gehörte er als Schüler dem Gymnasio zu Skara an, worauf er (also 1752) seine akademischen Studien auf der Hochschule zu Upsala begann. Obgleich nun die Seinigen in ihm demnächst einen Juristen oder Theologen zu erblicken hofften, so suchte er doch, um seiner Neigung für die Mathematik und Naturwissenschaften zu genügen, heimlich diesen Doctrinen obzuliegen; leider aber mußte er wegen zu angestregten Arbeitens die Universität verlassen. Nach seiner Genesung wurde indessen ihm gestattet, seinem Lieblingsstudium sich zu widmen, und namentlich war es die Mathematik, welche ihn vorzugsweise beschäftigte. Von den Naturwissenschaften zog ihn zwar besonders die Chemie an, aber auch die Botanik, Physik, Entomologie u. wurden von ihm eifrig betrieben, wiewohl die Mathematik seine hauptsächlichste Richtung zu sein schien; denn beim Auftreten als Universitätslehrer (1758) vertheidigte er einen rein mathematischen Gegenstand und wurde 1761 zum adjungirten Professor der Mathematik zu Upsala ernannt, behielt auch diese Stellung bis 1767 inne, zu welcher Zeit die Professur der Chemie an dieser Universität erledigt wurde. Er bewarb sich um dieselbe und sie wurde ihm, ohne alle Antecedentien, welche dafür sprechen konnten, anvertraut; denn Bergman hatte bis dahin eine chemische Arbeit noch nicht veröffentlicht. Mit dieser Ereirung wuchsen auch Bergman's Eifer und Streben für die Chemie, so daß sein Ruf im Jahre 1776 schon hoch gestiegen war und Friedrich der Große ihn nach Berlin für die dortige Akademie zu gewinnen suchte. Bergman wünschte jedoch in seinem Vaterlande zu bleiben, wo von Seiten des Landes ihm alle Mittel zu wissenschaftlichen Untersuchungen in die Hände gegeben wurden; indessen war ihm nicht lange Zeit in seinem Verufe zu wirken vergönnt; denn schon im 49. Jahre (1784) wurde seinem Leben, nach längerem Kränkeln, eine Grenze gesetzt. Bergman machte sich in kurzer Zeit um die Chemie sehr verdient und es hat derselbe sehr viele wichtige Arbeiten ausgeführt, so z. B. hat er sich ein großes Verdienst um die Zusammensetzung der Salze erworben, wozu er durch seine Bemühungen, Mineralwasser zu analysiren, veranlaßt wurde. Bergman suchte sogar schon alle Bestandtheile genau auszumitteln; für die Bestimmung der

*) Nach Crell's Annalen Bd. I. St. X. S. 74—96.

gasförmigen schreibt er vor, das zu untersuchende Mineralwasser in einem Destillationsapparate abjudampfen, welcher mit einem pneumatischen Quecksilberapparate in Verbindung steht, so daß die entweichenden Gase aufgefangen werden, wodurch er so die atmosphärische Luft von der Kohlensäure und dem Schwefelwasserstoff unterscheiden lehrte. Nach der Bestimmung der gasförmigen Körper ging er erst zu der Ausmittelung der festen über; den trockenen Rückstand suchte er zuerst durch Digestion mit Alkohol, sodann mit einer bestimmten Menge kalten Wassers, endlich durch Digestion mit kochendem Wasser weiter zu zerlegen. Auch suchte Bergman die analytische Methode auf nassem Wege möglichst anwendbar zu machen, wofür der Beweis durch seine Arbeiten über die Edelsteine geliefert wird, wiewohl die Resultate den in der Gegenwart erzielten nachstehen. Er suchte nun den Gebrauch des Löthrohrs in allgemeine Aufnahme zu bringen und lehrte, wie dasselbe zur Bestimmung von Mineralien mit dem größten Vortheil angewandt werden kann. Ja Bergman hat sogar, hinsichtlich der analytischen Untersuchungen, Grundlagen für die spätere Kenntniß gelegt. Er war es, der zuerst auf den Unterschied der inneren und äußeren Löthrohrflamme aufmerksam machte, und die Anwendung der vorher schon hauptsächlich angewandten Reagentien für Löthrohrversuche, Borax, Phosphorsalz und Soda weiter ausbildete. Bergman hat Resultate erzielt, welche selbst für unsere Zeit Beachtung verdienen; insofern ist z. B. der Unterschied zwischen Schmiedeeisen, Stahl und Gußeisen zu erwähnen. Er prüfte diese verschiedenen Arten durch Auflösen in verdünnter Schwefelsäure und Wasser, mittelst der Quantität entwickelten Wasserstoffgases; er fand, daß Schmiedeeisen wenigstens das meiste, Stahl weniger, Gußeisen am wenigsten Wasserstoffgas liefert, daß hingegen Schmiedeeisen am wenigsten, Stahl mehr und Gußeisen am meisten unlöslichen Rückstand läßt. Er beurtheilte schon richtig ihre Verschiedenheit, indem er sie als Verbindungen in verschiedenen Verhältnissen aus Eisen mit Graphit, mit welchem noch oft Mennige und Kieselersde verbunden sei, ansah. Er erkannte schon den sogenannten Brechweinstein richtig als ein Doppelsalz von Weinsäure, Kali und Antimon; das Knallgold als eine Verbindung von Goldkalk mit Ammoniak; das Bleiweiß, welches bis dahin für ein essigsaures Salz gehalten worden war, als kohlensaures Blei etc.

Eine der wichtigsten Arbeiten Bergman's, welche ihm am meisten Ruhm erwarb, war die über die Verwandtschaft. Er nahm nämlich an, daß alle Körper ein Bestreben in sich tragen, sich mit einander zu vereinigen, und bezeichnete dieses Bestreben als eine Anziehung, welche nach ihm zwischen den verschiedenen Körpern verschieden groß ist, und die Verbindungen zersetzen sich deshalb, wenn ein neuer Körper hinzukommt; auch bilden sich dann neue, was er als Folge einer Selbstanziehung bezeichnete. Als das beste Mittel, die verschiedenen Grade der Anziehung, welche verschiedene Substanzen zu einer bestimmten haben, auszudrücken, betrachtete Bergman die tabellarische Ordnung, wie sie schon H. T. Geoffroy vor ihm durchzuführen gesucht hatte, dessen erste Tabellen inzwischen viele Chemiker zu verbessern und abzuändern sich bemüht hatten; jedoch wußte Keiner sie

so vollständig anzugeben, wie Bergman; denn ein wesentlicher Uebelstand der früheren derartigen Versuche war, daß jede Tabelle nur für eine bestimmte Temperatur gültig war; so z. B. hatte Geoffroy die Verwandtschaftsreihen für die Säuren und Alkalien bei mittlerer Temperatur bestimmt, da solche Körper gewöhnlich in Auflösungen einander zugesetzt werden; die Verwandtschaftsreihe des Schwefels zu den Metallen hingegen galt für eine hohe Temperatur, da die Zersetzen, welche sich hier zeigen, nur bei der Schmelzhitze beobachtet wurden, so daß die Tabellen nur mit Unsicherheit benutzt werden konnten.

Bergman nahm nämlich an, die Veränderung der Verwandtschaft sei keine mit der Temperatur sich allmählig ändernde, sondern die Verwandtschafts-Erscheinungen seien constant, wenn nur immer die Körper durch Auflösungsmittel flüssig gemacht einander zugesetzt würden; sie konnten andere sein, aber dann seien sie auch wieder constant, wenn die Körper ohne Auflösungsmittel, nur durch Wärme auf einander wirkten. Er ermittelte durch außerordentlich viele Versuche die Zersetzungserscheinungen für beide Arten von Operationen aus und stellte, um die verschiedene Größe der Verwandtschaft mehrerer Substanzen zu einer bestimmten auszudrücken, stets zwei Tabellen auf, von denen die eine die Affinitäts-Erscheinungen für die Operationen auf nassem Wege, die andere für die auf trockenem Wege ergeben sollte. Er gab sogar für 59 verschiedene Körper die Affinität der anderen zu einem jeden in doppelten Reihen an. Er suchte sowohl die Erscheinungen der einfachen Wahlverwandtschaft, als auch die der doppelten, übersichtlich zu ordnen. Er bemühte sich die Lehre von der Affinität noch dadurch weiter zu begründen, daß er einen Zusammenhang zwischen der Stärke der Verwandtschaft zweier Bestandtheile einer Verbindung zu einander in dem Mengenverhältniß, in welchem sie sich verbinden, auszumitteln suchte.

Bergman bestrebte sich, auch die Chemie auf andere Wissenschaften aufklärend anzuwenden, so z. B. auf die Geologie; er untersuchte nämlich die Zusammensetzung der Körper, welche zuverlässig von Vulkanen ausgeworfen worden waren; er verglich damit die Zusammensetzung anderer Gesteine, wie Basalt u. s. w., deren Ursprung zweifelhaft war, und schloß aus der Uebereinstimmung zwischen beiden, daß die Art ihrer Entstehung dieselbe sein müsse; er gründete ferner auf die chemische Constitution der Mineralien ein Classifications-System derselben. Er gehörte auch mit zu den Ersten, welche in Beziehung auf die Kennzeichen der Mineralien der Krystallgestalt die gebührende Wichtigkeit beilegte, die Entstehung einer stets gleichen Grundgestalt durch Spaltung der verschiedenartigsten Varietäten eines Minerals nachwies, und einen Begriff zu geben suchte, wie durch die Annahme einer Nebeneinanderlegung der kleinsten Theilchen, wenn man diesen die Grundgestalt beilegt, die Entstehung ganz verschiedenartiger Krystallformen erklärt werden kann.

In Betreff der theoretischen Ansichten Bergman's über die Verbrennung, gehören dieselben auch ganz dem Geiste des phlogistischen Zeitalters an, wiewohl er einer derjenigen war, welche zuerst die quantitativen Verhältnisse in der Chemie

erforschten und die Anwendung mathematischer Schlußfolgerungen für diese Wissenschaft vorbereiteten. Obgleich ihn die Erfahrung belehrt hatte, daß eine gegebene Menge Metallkalk weniger wiege, als der daraus entstehende Metallkalk, so war er doch auch der Ansicht, daß das Metall aus Metall und Phlogiston bestehe. Er blieb in der That bis zu seinem Tode ein Anhänger der phlogistischen Theorie.

Seine sich auf die Chemie beziehenden literarischen Productionen erschienen ursprünglich entweder in den Druckschriften der Akademie zu Stockholm oder Upsala (für die Jahre 1756—1783) oder als akademische Gelegenheitschriften, so z. B. 1778 seine *Dissertatio de analysi aquarum*, 1780 eine *Dissertatio de minerarum docimasia humida etc.*; 1779 eine *Dissertatio de primordiis Chemiae*; 1782 eine *Dissertatio sistens Chemiae progressus a medio saeculi VII. ad medium saeculi XVII.* Seine Arbeit über die Affinität, welche zuerst 1773 in den Upsaler Denkschriften herausgekommen war, erschien 1783 erweitert unter dem Titel: „*De attractionibus electivis*“ in der Sammlung seiner Werke und wurde in mehrere Sprachen übersetzt. Von seinen Sammlungen, welche unter dem Titel: „*Opuscula physica et chemica*“ herauskamen, waren bis zu dem Tode des Verfassers drei Bände während der Jahre 1787—1790 erschienen. Die in diesem Werke noch nicht enthaltenen Sammlungen wurden nach seinem Tode herausgegeben. — Scheele und Bergman sind die beiden letzten hier zu erwähnenden Chemiker dieser Periode.

Vierte Hauptperiode oder das quantitative Zeitalter.

Von dem letzten Viertel des 18. Jahrhunderts bis auf die neuere Zeit, resp. bis zur ungefähren Mitte des 19. Jahrhunderts.

Wenn auch wirklich die Bestrebungen und der immer mehr gesteigerte rastlose Geist zu forschen der phlogistischen Theorie den Untergang verkündete, wenn auch noch bedeutendere Männer, als die bisher aufgeführten und charakterisirten auftauchten, um mehr Licht zu verbreiten und in die Erklärung der chemischen Erscheinungen eine größere Klarheit zu bringen, so muß doch dem phlogistischen Zeitalter eingeräumt werden, daß eine außerordentliche Menge von Erscheinungen (wenn auch nicht immer ganz richtig) erklärt, und eine beträchtliche Reihe von Thatfachen aufgedeckt wurde. Die phlogistische Theorie kann als die erste Theorie bezeichnet werden, welche rationelle Erklärungen von größerem Umfange in die Chemie einführte und für den wichtigsten chemischen Proceß, den Verbrennungsproceß eine damals genügende Erläuterung lieferte. Die Phlogistiontheorie betrachtete den Verbrennungsproceß zuerst als auf einer Zersetzung beruhend; später ist jedoch bekannt geworden, daß er auf der Bildung von Verbindungen beruht.

Die neue oder jüngste Periode von dem letzten Viertel des 18. Jahrhunderts bis zur Neuzeit, welche die phlogistische Theorie verdrängt hat, zählt Lavoisier zu

ihrem Gründer, indem derselbe ein antiphlogistisches System aufstellte, weshalb denn mit ihm auch wirklich ein neuer Zeitabschnitt, eine neue Aera der Chemie beginnt. Ist auch der Charakter dieser neuen Periode von dem der vorhergehenden nicht verschieden, so wurden doch in derselben die chemischen Erscheinungen in einer mehr umfassenden Weise zu erklären versucht und die Erklärungen mehr auf Thatfachen gestützt. In dieser Periode suchte man nicht mehr sich lediglich mit den qualitativen Erscheinungen zu begnügen, sondern es sind seit dem Beginn derselben auch die quantitativen Verhältnisse berücksichtigt worden.

Wir können also sagen, daß diese neue Periode von den vorhergehenden sich im Allgemeinen durch die Art und Weise der Untersuchung unterscheidet; speciell aber liegt auch ein Unterschied darin, daß in dem neuen Zeitalter eine andere Ansicht über die Verbrennung aufgestellt wurde. Nach diesen neuen antiphlogistischen Ansichten ist die Verbrennung nicht eine Zerstörung und eben so wenig eine Zerlegung, sondern es beruht dieselbe auf einer Vereinigung der Bestandtheile des verbrennenden Körpers mit dem Sauerstoff der Luft, so daß hiernach die Annahme eines Phlogiston's verworfen werden muß. Diese Ansicht herrscht nicht allein im Anfang der neuen Periode vor, sondern wird fortwährend beibehalten. Mit Riesenschritten ist stets angestrebt worden, neue Thatfachen aufzudecken, um diese zu philosophisch-chemischen Combinationen benutzen, um nach Analogie auf die Erscheinungen schließen zu können, und deren Erklärung als wahrscheinlich hinzustellen. Welche segensreiche Früchte hat das Studium der Chemie in diesem Jahrhundert getragen! Nicht allein haben die durch quantitative Untersuchungen erzielten Resultate die frühere Empirie zur Wissenschaft erhoben, nicht allein hat diese herrliche, in den Organismus und Anorganismus eindringende Wissenschaft auf sämtliche Naturwissenschaften (außer der Astronomie), einen reformirenden, ordnenden, lichtverbreitenden Einfluß ausgeübt, sondern Cultur und Industrie, Bergbaukunde, Nationalökonomie, kurz die sämtlichen volkswirtschaftlichen Verhältnisse sind seit Decennien durch die Chemie andere, mehr segensreiche geworden. — Seitdem die neue Periode die quantitative Analyse eingeführt und gehandhabt hat, wissen wir, wie wir das Verhältniß des Getreides zum Boden anzusehen haben, ist uns klar, wie der Lebensproceß der Thiere und Pflanzen vor sich geht, sind die Botanik und die Zoologie zu einer Wissenschaft erhoben worden, hat die Mineralogie, welche sich früher nur mit äußeren Formen beschäftigte, uns den inneren Zusammenhang im Anorganismus kennen gelehrt; denn was ist die Mineralogie ohne Chemie, ohne die qualitative Kenntniß der Bestandtheile und die quantitative Zusammensetzung der Individuen? — Was war die Geologie früher und auf welchem Standpunkte steht diese Doctrin gegenwärtig? Können wir nicht heut zu Tage nach Analogie auf die vorweltlichen Proceße, auf die stattgehabten Revolutionen schließen? Hat uns die neue Periode nicht gelehrt, wie die Atmosphärien auf den Granit verwitternd, resp. zersetzend wirken, um daraus Porphyre und schließlich eine fruchtbare Ackerkrume zu bilden? Lehrt die neuere Chemie uns nicht, wie der Boden mit phosphorsauren und Ammonial-Salzen zu behandeln, um in einer mehr ersprießlichen Weise Früchte

daraus zu erzielen? — Wie kann der Fabrikant seine Rohstoffe nach der neuern Chemie verwerthen, der Hüttenmann nach rationell-chemischen Principien gegenwärtig arbeiten! Kurz die neuere Periode hat Schöpfungen zu Tage gefördert, welche die Chemie insofern über fast alle Naturwissenschaften erheben und sie als die Seele aller Naturwissenschaften hinstellen. Kaum ist es genugsam zu bezeichnen, auf welche Stufe die Chemie durch das neue Zeitalter gestiegen ist, und daher ist es nicht ausreichend, wenn dasselbe als eine antiphlogistische Periode bezeichnet wird, wenn auch diese Bezeichnung für den Anfang genügt. Denn wir haben durch die Bestrebungen, die inneren Geheimnisse der Natur möglichst aufzudecken und uns klar vor die Augen zu führen, nicht allein die Bestandtheile der Körperwelt kennen gelernt, sondern auch erfahren, in welchem Verhältnisse die Bestandtheile mit einander verbunden sind. Diese Periode hat uns Formeln, resp. Theesen als Resultate von Untersuchungen kennen gelehrt, aus denen wir die Zusammensetzung der Körper enträthseln können. Die neueste Periode hat das Buch der Chemie und dadurch das Buch der Natur in einem mehr klaren Verständnisse und einem hellerem Geiste aufgeschlagen, uns auch instruiert, wie wir die geheimnißvolle Schrift immer mehr verstehen, wir die weise Schöpfung in ihrer Construction genauer kennen lernen können. Ohne Chemie ist ein Studium der Natur unmöglich, wenn es nicht an der Oberflächlichkeit hinstreifen, und wenn nicht nur von den äußeren Wunderwerken die Rede sein soll. Aber nur die Chemie der Gegenwart, welche freilich, namentlich in Betreff des Organismus eine noch höhere Stufe zu erklimmen hat, ist es, welche den Schleier der Natur immer mehr gelüftet hat.

Fassen wir nun den Anorganismus in die Augen und betrachten wir die äußeren Formen, so müssen wir gestehen, daß die Regelmäßigkeit der Krystallformen oft sehr versteckt liegt, und diese gar schwierig zu erkennen sind; bedenken wir auf der anderen Seite, daß solche Formen einander ähneln, von Systematikern in ein System, in eine Gruppe gebracht wurden, so ist zwar eine solche Systematik ganz dem Ordnungssinn des menschlichen Geistes entsprechend; aber der denkende Kopf, der spärende Geist des wahren Naturforschers wird fragen: woraus bestehen denn solche Körper? Ihre äußeren Formen sind allerdings einander ähnlich oder sogar gleich; aber verhält es sich denn auch eben so mit der inneren Beschaffenheit und Zusammensetzung? Hierüber kann nur die Chemie der Gegenwart oder neueren Zeit richtigen Aufschluß geben; sie lehrt nicht allein die Beschaffenheit, d. h. die verschiedenen Bestandtheile, sondern auch das quantitative Verhältniß, in welchem diese mit einander verbunden sind, und so die ganze innere Natur der Körper kennen, wonach zu systematisiren jedenfalls weit rationeller ist. Der Diamant krystallisirt bekanntlich in krummschaligen Oktaëdern, und ist reiner Kohlenstoff; der Kali-Alaun krystallisirt, wie alle übrigen Alaune, ebenfalls in Oktaëdern, aber ist ein zusammengefügter Körper, welcher aus schwefelsaurem Kali und schwefelsaurer Thonerde, nebst 24 Aequivalenten oder Mischungsgewichten Wassers besteht. Der äußeren Form nach gehören diese beiden Körper in ein System, aber die Chemie belehrt, daß ihre Naturen von einander gänzlich verschieden, und sie daher nicht in eine Gruppe zu

stellen sind. Wie viele Mineralkörper, ebenfalls in das tesserales oder reguläre System eingereiht, krystallisiren in Würfeln, und sind, hinsichtlich der chemischen Natur wesentlich von einander verschieden. Fassen wir aber weiter den Organismus in's Auge, so hat in dem organisirten Reiche das quantitative Zeitalter noch weit mehr genügt; denn das ganze organische Gewebe ist bekanntlich, außer den für den Organismus ebenfalls nicht unwesentlichen Elementen, Schwefel, Phosphor, sowie den anorganischen Salzen, wie phosphorsaurer Kalk *cc.*, durch vier Elementarstoffe, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, constituirte; die Mannichfaltigkeit von Verbindungen, welche der Organismus bietet, kann also nur durch die Quantität, oder vielmehr durch das verschiedene quantitative Zusammentreten der genannten Elementarstoffe bedingt sein, und in dieser Beziehung hat die neue Periode ein großes Feld geöffnet und einen segensreichen Weg gebahnt, wenn auch das betretene große Feld noch nicht genug besäet, beackert und ausgebeutet worden ist.

Man hat sich bestrebt, in der neuen Periode die quantitativen Verhältnisse durch symmetrische Zeichen und Formeln zu versinnlichen und so eine Erleichterung im Ueberblick geschaffen, so daß aus solchen Chiffren die Verbindungsverhältnisse entnommen werden können. Solche Formeln sind verständliche Lettern, die mit kurzem Ueberblick uns ein klares Verständniß gestatten.

Aus der großen Anzahl von Verbindungen, die auf diese Weise zu Tage gefördert und geordnet worden sind, und den vielfachen quantitativen Verhältnissen läßt sich nach Analogie auf die noch nicht ermittelten Verhältnisse schließen, und so hat denn die neue Periode nicht allein durch die Erklärung mancher bis dahin noch dunklen Erscheinungen, durch Aufdeckung eines Reichthums von Thatfachen, sondern auch durch die hierauf gegründeten Theorien das chemische Lehrgebäude auf eine hohe wissenschaftliche Stufe gebracht und zu den eifrigsten Forschungen Veranlassung gegeben, welche nunmehr eine täglich wachsende Klarheit über das große scheinbare Chaos verbreiten.

Im Anfange dieser neuen, durch Reform umwälzenden und wissenschaftlich-chemisch mehr intensiven Periode waren zwar die Bestrebungen nur dahin gerichtet, der früheren Verbrennungstheorie entgegenzutreten und dieselbe zu bekämpfen, aber sehr bald änderte sich die Richtung, wenn auch Scheele und Bergman den Grundstein zu den später erfolgenden, durch quantitative Untersuchungen hervorgerufenen und einen gewaltigen Umschwung veranlassenden Resultaten zu legen begonnen hatten. — Dem in der Geschichte der Wissenschaft gewiß ewig als bedeutende Koryphäe hervorragenden Franzosen Lavoisier gebührt die Ehre, zuerst die hohe und an Folgen reiche Wichtigkeit erkannt zu haben, daß für die Schöpfung der sichersten Grundpfeiler des wissenschaftlich-chemischen Lehrgebäudes den quantitativen Verhältnissen alle Beachtung und Aufmerksamkeit geschenkt werden müsse. Der schöpferische Geist Lavoisier's bestrebte sich, an die Stelle der Phlogiston-Theorie eine richtige Ansicht über die Verbrennung zu schaffen, auch derselben eine gebührende Würdigung und gehörige Verbreitung zu erwirken. Bis zu dem Auftauchen dieses

scharffsinnigen, bedeutungsvollen Mannes hatte man sich mit gehalt- und grundlosen Andeutungen über eine verdichtete Feuermaterie begnügt, obgleich die Gewichtszunahme bei der Verbrennung einer bestimmten Menge Metalls schon erkannt worden war. Manche Chemiker hatten zwar diese Thatsache durch eine Luftabsorption zu erklären gesucht, sie verstanden es aber nicht, diese Ansicht entsprechend zu motiviren und genügend zu beweisen, und eben so wenig waren sie des wesentlichen reformirenden Einflusses einer richtigen Verbrennungstheorie auf die Chemie sich bewusst. Ihre Hypothesen blieben daher unberücksichtigt, und sogar selbst die mehr hervorragenden Chemiker des vorigen Jahrhunderts bekümmerten sich gar wenig um die Verkalzung der Metalle, hielten dieselbe nicht einmal für ein mit dem Verbrennungsproceß zusammenhängendes, sondern nur für ein denselben oft zufällig begleitendes Auftreten. Als man aber dennoch endlich eines Aufschlusses über diese Erscheinung sich nicht erwehren konnte, wurden die verkehrtesten Ideen zu Tage gefördert, bis Lavoisier, der einen so hohen Rang unter den Celebritäten und Notabilitäten der Chemie einnimmt, zu sichten begann, weshalb wir ihm hier, hinsichtlich seiner Biographie und Leistungen Aufmerksamkeit zu schenken verpflichtet sind.

Der als Begründer der neuen quantitativen Periode zu betrachtende Antoine Laurent Lavoisier, welcher, wenn auch manche würdige Zeitgenossen und Nachfolger die Wissenschaft ebenfalls förderten, eine gar hohe Anerkennung verdient, wurde am 16. August im Jahre 1743 zu Paris, (also sechs Monate später als Scheele) sehr wohlhabenden Eltern geboren. Sein Vater hatte durch kaufmännische Geschäfte ein ansehnliches Vermögen sich erworben und war daher in den Stand gesetzt, unserem gefeierten Lavoisier eine sehr gute Erziehung angedeihen zu lassen, weshalb er ihn das Collège Mazarin benutzen ließ. Die große Strebbarkeit und der frühzeitig an den Tag gelegte rege Eifer für wissenschaftliche Studien, die glänzenden Fortschritte, welche er auf dem genannten Collège machte, veranlaßten den Vater, seinen Sohn nicht für einen Stand oder irgend ein Amt zu bestimmen, sondern er überließ ihn ganz seinen Neigungen, seinem inneren Drange, und so richteten sich denn des jungen Lavoisier's Bestrebungen auf die Naturwissenschaften, vielleicht auch angeregt durch seinen Vater, welcher ebenfalls den Naturstudien nicht abhold gewesen sein soll; besonders wandte er sich aber der Mathematik, Physik und Chemie zu, wiewohl er die übrigen naturwissenschaftlichen Disciplinen keineswegs vernachlässigte, und eine jede derselben mit der erforderlichen Gründlichkeit trieb. Unter des Abbé's Lacaille Leitung lag er der Mathematik und Astronomie ob; botanischen Unterricht erhielt er durch den berühmten Botaniker Jussieu und in die chemischen Studien den jungen Lavoisier einzuführen, war einem gewissen Rouelle, welcher zu jener Zeit die Chemie rühmlichst vortrug, vergönnt.

Obgleich Lavoisier sowohl die mathematischen, als auch die naturwissenschaftlichen Studien mit gleichem glücklichen Erfolge betrieb, so war er doch im Anfange unentschlossen, welche Richtung er verfolgen sollte, aber dennoch trugen

die Naturwissenschaften den Sieg davon, und zwar gewann die Chemie, wenn auch Guettard, dem die ersten Versuche zu einer geognostischen Charte Frankreichs zu verdanken sind, dem jungen Lavoisier Geschmach für die Geognosie einzulösen suchte, die Oberhand. Schon in seinen ersten Zünglingsjahren, im 21. und 22. Jahre seines Lebens lieferte Lavoisier die herrlichsten Beweise von seinen naturwissenschaftlichen, resp. chemischen Kenntnissen, indem er im Jahre 1764 der Lösung einer schwierigen, von der französischen Regierung gestellten Preisaufgabe sich zu widmen begann.

Es wurde nämlich, auf Veranlassung der französischen Regierung, von Seiten der Akademie im Jahre 1764 zu einer Abhandlung über die zweckmäßigste Straßenbeleuchtung der Stadt Paris aufgefodert, und man schrieb zur allgemeinen Konkurrenz, für die beste Arbeit, hinsichtlich der möglichsten Erhellung oder Lichtintensität, bei geringen Herstellungs- und Unterhaltungskosten einen Preis von 2000 Livres aus. Dem Akademiker Lavoisier wurde für seine vollendete, eingereichte Abhandlung, die ausgesetzte Belohnung zuerkannt; aber in bewundernswürdiger Großmuth weigerte er sich, die Summe anzunehmen, sondern bat, dieselbe seinen drei Mitbewerbern, um diese für ihren gehaltenen Kostenaufwand zu entschädigen, zu Theil werden lassen zu wollen. Seinem großmüthigen Gesuche wurde gewillfahret und dem Lavoisier in einer Sitzung der Akademie am 9. April des Jahres 1766 vom Könige eine goldene Medaille überreicht; auch schon am 18. Mai 1768 wurde unser Lavoisier, erst fünfundzwanzig Jahre alt, da die Akademie in jener Schrift seine künftigen Leistungen ahnete und erblickte, zum Mitgliede derselben, an Baron's, eines wenig bekannten Chemikers, Stelle creirt, und gewiß haben wenige Mitglieder den gehegten Erwartungen besser entsprochen, als Lavoisier, welcher zur Begräunung schädlicher Vorurtheile und Irrthümer, zur Aufklärung der Wissenschaft in einem hohen Grade beitrug, sein schöpferisches Talent wohl benutzte. Er wurde nun, nach jenen erlebten Ehrenbezeugungen, fast ausschließlich von der Chemie angezogen; um aber auch, in Betreff des Aufwandes für Experimente, einer Beschränkung nicht ausgesetzt zu sein, bewarb er sich im Jahre 1771, beim Finanzwesen um die Stelle eines Generalpächters, von der er sich in der That bedeutende Einkünfte versprechen konnte. Da er nun dieses einträgliche Amt und gleichzeitig auch die Hand der Tochter des Generalpächters Paulze erhielt, so wurde dadurch sein Vermögen ein sehr ansehnliches, und hatte er einen beträchtlichen Theil seines jährlichen Einkommens (wie sich aus den Rechnungen nach seinem Tode ergeben haben soll, sechs- bis achttausend Franken) für seine Forschungen verwenden können. Die Akademie war indessen über die abweichende Stellung eines Generalpächters nicht sehr erfreut und befürchtete, daß Lavoisier von seinen wissenschaftlichen Bestrebungen abgezogen werden möchte; indessen sollten Lavoisier solche Vorwürfe durchaus nicht treffen dürfen, soll er als Chemiker niemals die Zerstreuungen, welche ihm die ihm obliegenden, mit jenem Amte verbundenen Pflichten verursachen konnten, zu fürchten gehabt haben.

Lavoisier suchte überhaupt seine Kenntnisse, und Intelligenz zum Wohle

des Vaterlandes zu verwenden, und hielt sich dabei nicht immer, wenn auch zum Theil, an seine wissenschaftliche Richtung und Verwerthung seiner Kenntnisse. So wurde er z. B. im Jahre 1776 unter dem Ministerium Turgot an die Spitze der Salpeterregie gestellt, und schaffte in dieser Beziehung drückende, üble Gebräuche ab, lehrte auf der anderen Seite die Gewinnung des Salpeters rentabler machen, führte wesentliche Verbesserungen in der Pulverfabrikation ein, verfaßte verschiedene national-ökonomische Schriften, welche Veranlassung gaben, daß Lavoisier an verschiedenen wissenschaftlich-praktischen Commissionen sich zu theiligen berufen wurde; noch etwa zehn bis zwölf Jahre später, als ihm die Inspection über die Salpeterfabrikation übertragen worden war, übernahm er verschiedene, von seinem wissenschaftlichen Berufsgang abweichende Aemter, an der Generalkasse u.

Im Jahre 1791 gab Lavoisier seinen *Traité sur la richesse territoriale de la France* heraus, welcher, laut Befehl der gesetzgebenden Versammlung, auf Kosten des Staats gedruckt wurde, so daß Lavoisier bei seinen ganz außerordentlichen chemischen Leistungen, auch als Staatsmann und Verwalter eine ehrenvolle Stellung behauptete, wiewohl wir hier ihm in ersterer Beziehung vorzugsweise Gerechtigkeit widerfahren zu lassen haben. Im Anfange lieferte Lavoisier zwar wenig Entscheidendes für die neuen chemischen Theorien, aber schon im Jahre 1768 förderte Lavoisier die ersten chemischen Arbeiten zu Tage und seine neuen Untersuchungen unterscheiden sich von denen der vorhergehenden Perioden durch eine größere Genauigkeit und namentlich durch den Gebrauch der Wage, ohne daß von seiner Seite hier schon gegen die phlogistische Theorie aufgetreten wurde. So veröffentlichte er z. B. eine Analyse des Gypses, indem er Schwefelsäure, Kalkerde und Wasser als Bestandtheile des genannten Minerals angab, wiewohl ja schon Marggraf im Jahre 1750, wie bereits erwähnt worden, die richtige Zusammensetzung publicirt hatte. Einige Jahre später veröffentlichte er seine Untersuchungen über die vermeintliche Verwandlung des Wassers in Erde durch längere Erhitzung (*Mémoire premier et second sur la nature de l'eau et sur les expériences, par lesquelles on a prétendu prouver la possibilité de son changement en terre. Mémoires de l'Académie des sciences, à Paris pour l'ann. 1770. p. 73—82; 90—107*); aber er bewies durch verschiedene Versuche, daß eine solche Verwandlung nicht stattfindet; Lavoisier war überhaupt von einem Scharfsinn begabt, daß er nicht allein die Irrthümer der Vorzeit erkannte, sondern auch zur Ausführung neuer Ideen und Verwirklichung oder Erzielung der gewünschten Früchte seiner neuen Bestrebungen und seiner reformirenden Tendenzen die geeigneten Instrumente, Apparate und Geräthschaften, durch glückliche pecuniäre Verhältnisse begünstigt, sich zu verschaffen wußte. Eben so war auch die Wahl seiner Versuche eine der Förderung der Wissenschaft angemessene, die Ausführung eine höchst geschickte und sorgfältige. Nicht minder waren ihm Klarheit und Deutlichkeit in seinem Vortrage eigen, so daß er an mathematische Strenge gewöhnt, mit den erforderlichen Vorkenntnissen ausgerüstet, mit

den Leistungen der Vorzeit vertraut, (wie er z. B. in den *Opuscules physiques et chimiques à Paris* 8. Bd. I. 1774 anführt, was Andere vor ihm von Paracelsus an bis Priestley in der Lehre von der Luft und den Gasarten geleistet hatten), in den Schlüssen aus seinen Erfahrungen fruchtbar, über geistige und materielle Mittel zu verfügen hatte, um seinem Eifer für die Vervollkommenung der Naturkunde und vorzugsweise der Chemie zu fröhnen. Die Folge dieses glücklichen Zusammentreffens und der Vereinigung solcher Gaben, die selten Jedem verliehen sind, war aber auch, daß Lavoisier nicht allein manche Wahrheiten aufdeckte, die neues Licht verbreiteten und ihm noch den Dank der Gegenwart sichern, sondern daß er auch als Schöpfer eines neuen System's, welches das Zeugnis eines großen Geistes lieferte, und der Chemie eine neue bestimmtere Richtung gab, ewig unvergesslich, in der Geschichte der Wissenschaft einen hohen Rang einnehmen wird. Denn von dem Jahre 1772 an beschäftigten ihn nicht mehr einzelne Thatsachen, sondern er förderte die Aufstellung einer richtigen Theorie über die wichtigsten Erscheinungen in der Chemie zu Tage und begründete durch zahlreiche Arbeiten eine gänzliche Reform des chemischen Systems. In eben demselben Jahre begann Lavoisier seine Bestrebungen für die Reform der Verbrennungs-Theorie, indem er eine Arbeit veröffentlichte, resp. zunächst der Akademie vorlegte, in welcher er angab, daß, sowohl bei der Verfallung von Metallen, als auch bei der Verbrennung von Phosphor und Schwefel eine Gewichtszunahme stattfindet (1. *Opuscules physiques et chimiques à Paris* 8. Bd. I. 1774. 2. *Mémoires de l'Académie des sciences à Paris pour l'année 1777*. p. 65—78. — *Mémoires de l'Académie des sciences à Paris pour l'année 1777* p. 592—600 und pour l'année 1783. p. 416—422.), daß diese von der Absorption der Luft herrührt und daß bei der Reduction von Metallstücken wieder Luft in beträchtlicher Menge sich entwickelt. Einige Jahre später führte er einige Versuche zur Bestätigung aus, indem in eine Retorte Zinn gefüllt, die Oeffnung derselben hermetisch verschlossen, auch das Ganze gewogen und alsdann erhitzt wurde. (*Mémoires* 1. sur la calcination de l'étain dans des vaisseaux clos et sur la cause de l'accroissement de poids, qu'acquiert ce métal pendant cette opération. *Mémoire de l'Académie des sciences à Paris pour l'année 1774*. p. 351—367; 2. sur la nature du Principe, qui se combine avec les Métaux pendant leur calcination, et qui en augmente le poids, ebendasselbst pour l'année 1775. p. 520—526).

Das Zinn schmolz beim Erhitzen und oxydirte sich, doch das Gewicht des Apparats blieb unverändert. Nachdem aber beim Oeffnen des Gefäßes Luft eingedrungen war, wog der Apparat mehr als zuvor, und der Ueberschuß des Gewichts zeigte an, wie viel Luft bei dem Oeffnen eingeströmt war; auch ergab sich weiter, daß das Gewicht des Zinns bei dem Verfallen genau um denselben Ueberschuß zugenommen hatte. — Die Luft, welche nach Beendigung der Operation eingedrungen war, wog gerade so viel wie die Luft, welche sich bei dem Verfallen des Zinns mit diesem verbunden hatte. Aus diesen Versuchen ergab sich mithin

deutlich, daß das Zinn beim Verfallen eine Gewichtszunahme erleidet, welche nur von absorbirter Luft herzuleiten ist, womit die Gewichtszunahme des Zinns dem Gewichte an absorbirter Luft entspricht. — Daß indessen diese absorbirte Luft Sauerstoff ist und als ein Bestandtheil der äußeren Erdatmosphäre betrachtet werden muß, dahin wurde Lavoisier erst durch Priestley, bei dessen Aufenthalt in Paris (im Jahre 1774) geführt, und die von diesem Chemiker gemachte Entdeckung des Sauerstoffgases wurde von Seiten Lavoisier's sogleich benutzt, sowie diesem Gase eine gehörige Würdigung zu Theil. Er stellte das Sauerstoffgas nach Priestley's Vorschrift aus dem Quecksilberoxyd dar, wodurch zugleich die Zusammensetzung des Quecksilberkalles dargethan wurde und wonach ein Schluß auf die analoge Zusammensetzung aller anderen Metallkalke gezogen werden konnte.

Lavoisier verfolgte nun seine Ideen, gestützt auf die eben erwähnten Thatfachen immer weiter, und veröffentlichte eine Anzahl Arbeiten, welche auf die wichtige Rolle, die der Sauerstoff spielt, sich beziehen. Nicht allein die wahrgenommene Gewichtszunahme des Phosphors und Schwefels, sondern auch die sich bildenden Säuren wurden berücksichtigt, so z. B. die bei der Behandlung des Phosphors mit Salpetersäure sich bildende Säure (*Mémoires sur un Procédé particulier pour convertir le Phosphore en Acide phosphorique en feu; ebendasselbst pour l'année 1780. p. 349—384*). Er erkannte in dieser Säure das Sauerstoffgas oder die Lebensluft als einen Bestandtheil, den er auch aus der Schwefelsäure abschied. (*Mémoires sur la dissolution du mercure dans l'acide vitriolique, et sur la résolution de cet acide en acide sulfureux aëriiforme, et en air eminemment respirable; pour l'année 1777. p. 324—328*). Ferner stellte er den Bestandtheil als erkannt auch in der Kohlenensäure fest — (1. *Opuscules physiques et chimiques Bd. II.*; 2. *Mémoires de l'Académie des sciences à Paris pour l'année 1781. p. 448—487*; 3. ebendasselbst pour l'année 1777. p. 165—194; 4. ebendasselbst p. 195—204; 5. ebendasselbst pour l'année 1784. p. 593—608.); und suchte ihn in der Kleeensäure oder der von Bergman sogenannten Zuckersäure (*Mémoires de l'Académie des sciences à Paris pour l'année 1778. p. 535—547* nachzuweisen u. Diesen Erfahrungen zufolge) glaubte er nach Analogie schließen zu dürfen, daß die Grundlage der Lebensluft der gemeinschaftliche Bestandtheil aller Säuren sei, und nannte diesen daher *Oxygène* oder *Oxygen* (ὀξύς, sauer und γίγνομαι, ich erzeuge; also Säure erzeugender Stoff oder Säure-Erzeuger), was von deutscher Seite als Sauerstoff übersetzt worden ist.

Da Lavoisier die Erfahrung machte, daß die Metalle bei ihrem Verfallen, Schwefel, Phosphor, Kohle bei ihrem Verbrennen in der Luft, eine Gewichtszunahme erleiden, so hielt er es für gänzlich verkehrt, diese Thatfache von dem Verunst eines angeblichen Bestandtheils aller metallischen und verbrennlichen Körper abzuleiten, welchen Stahl und dessen Schüler als Phlogiston bezeichneten, und da Lavoisier sich befähigt und ermächtigt glaubte, auch über andere Eigenschaften und Veränderungen der Körper, in welchen nach jenen das Phlogiston thätig

sein solle, Aufklärung geben zu können, so erklärte er das vermeintliche Phlogiston für ein Hirngespinnst oder ein Uuding (*Mémoires de l'Académie des sciences, à Paris pour l'année 1783. p. 505—530*), welches seine Gemahlin als Priesterin, nach einem darüber ergangenen Gerichte, auf dem Altar opferte (*Crell's chemische Annalen 1789 Bd. I. St. 6. S. 519.**)

Lavoisier dehnte jedoch seine Forschungen und Aufdeckung von Thatsachen zur Reform der Wissenschaft noch weiter aus; so that er z. B. ferner klar und deutlich dar, daß zur Bildung aller elastischen Flüssigkeiten, auch der Luft und der Gasarten, Wärmestoff unerläßlich erforderlich sei (*Mémoires de l'Académie des sciences, à Paris pour l'année 1777. p. 420—432*; ja er machte besser motivirt anschaulicher, als es bis dahin geschehen war, was für Veränderungen in der gewöhnlichen Luft durch das Verbrennen der Körper (*Mémoires de l'Académie des sciences à Paris pour l'année 1777. p. 195—204, 363—372, 592—600, pour l'année 1784. p. 593—608* und namentlich des Eisens (*Annales de chimie ou Recueil des Mémoires concernant la chimie et les Arts par Mr. de Morveau, Lavoisier, Monge, Berthollet, de Fourcroy, le Baron de Dietrich, Hassenfratz et Ader*); das Verfallen der Metalle, des Eisens (*Annales de chimie etc.*) des Zinn's (*Mémoires de l'Académie des sciences à Paris, pour l'année 1774. p. 351—367, und pour l'année 1775. p. 520—526*), der Metalle überhaupt, (ebendasselbst pour l'année 1781. p. 396—408); durch das Athmen (*Mémoires de l'Académie etc. p. l'ann. 1777. p. 185—194 und Mémoires de la Société de Médecine pour les ann. 1752 und 1783. p. 509—582*), und Ausdünsten der Thiere (in einer Abhandlung, welche für die Akademie der Wissenschaften zu Paris (1770) bestimmt war und durch la Lande veröffentlicht wurde) vor sich gehen. Auch meinte Lavoisier durch analytische und synthetische, in guten wohlgeeigneten Geräthschaften ausgeführte, Versuche bewiesen zu haben, daß reines Wasser zwar keine Erde in sich enthalte, aber aus der Grundlage der Lebensluft und des entzündbaren Gases, welches er Hydrogène, von τὸ ὑδρὸν das Wasser und γίγνομαι oder γίνομαι ich erzeuge (deutsch: Wasserstoffgas oder eigentlich Wasser erzeugendes Gas) nannte, zusammengesetzt sei. Diese Ansichten erhellen aus den *Mémoires de l'Académie des sciences à Paris pour l'ann. 1781. p. 269—283*; (mit Meusnier *Mémoire où l'on prouve par la décomposition de l'eau, que ce fluide n'est point une substance simple, et qu'il y a*

*) Hier wird curioſer Weiſe von einem Herrn C. in Paris berichtet: „Ich habe hier ein ganz beſonderes Schauſpiel erlebt, was mir als einem Deutſchen ſehr unerwartet war und ungemein auffiel. Ich ſah den berühmten Hr. Lavoisier im Arsenal ein förmliches Auto-da-fé über das Phlogiston halten, worin ſeine Gattin (die wirklich viele Kenntniſſe in der Chemie hat und verſchiedene chemiſche Schriften überſetzte), die Opferprieſterin machte, Stahl zur Vertheidigung deſſelben als Advocatus diaboli erſchien; wo bei all' dem aber doch das arme Phlogiston, mit Anſtalt des Drygen's zuletzt verbrannt wurde.“ Es wird dabei verſichert, daß es nicht eine ſcherzhafte Erfindung ſondern Alles buchſtäblich wahr ſei.

plusieurs moyens d'obtenir en grand l'air inflammable, qui y entre comme principe constituant); ferner ebendasselbst S. 468—494 (Mémoire, dans lequel on a pour objet de prouver, que l'eau n'est point une substance simple, un Élément proprement dit, mais qu'elle est susceptible de décomposition et recomposition.

Auf die hier angeführten Thatfachen und einige später aufgedeckte stützte Lavoisier sein System, von welchem er zuerst in seinem ganzen Zusammenhange in seinem „*Traité élémentaire de chimie présenté dans un ordre nouveau et d'après les découvertes modernes avec fig.* à Paris 8. 1789, seconde édition“, wovon auch eine englische Uebersetzung und auch eine deutsche Uebersetzung (System der antiphlogistischen Chemie mit Anmerkungen und Zusätzen von S. F. Hermstadt, Berlin und Stettin 8, Bd. I. und II. 1790) erschien, die Fundamente entwarf.

Auszüge aus diesem Werke finden sich in den *Annales de chimie etc.*, Bd. II., S. 226—247, sowie auch in Hermstadt's Bibliothek der neuesten physikalisch-chemischen, metallurgischen und pharmaceutischen Literatur, Berlin 8. Bd. II. 1788, S. 284—313, in Oren's Journal der Physik, Halle und Leipzig, Bd. II. S. 295—325; ferner bei Vink in seiner Ausgabe von Lavoisier's Werken.

So wirkte Lavoisier in der ersprießlichsten Weise für die neuere Chemie, und wir werden im Laufe des Werkes von Lavoisier's Leistungen uns speciell zu überzeugen vielfach Gelegenheit haben. Aber trotz seiner außerordentlichen Verdienste um Wissenschaft und Vaterland, in mannichfacher Beziehung, mußte auch Lavoisier, wie so viele Andere, dem schrecklichen Treiben und Wüthen des bekannten oder vielmehr berüchtigten Robespierre unterliegen; und zwar auf den Grund der unbedeutenden Beschuldigung, daß Lavoisier als Generalpächter Erpressungen sich erlaubt und bei seiner Verwaltung der Tabaksregie dem Tabak Wasser und andere schädliche Stoffe hinzugesetzt habe, wurde Lavoisier angeklagt, verurtheilt und mußte er den 8. Mai 1794, im einundfünfzigsten Jahre seinen Tod unter dem Schreckensbeil der Guillotine finden. — Groß in der Wissenschaft, der Verdienste um das Vaterland sich wohl bewußt, soll Lavoisier mit Ruhe dem unnatürlichen Tode entgegengegangen sein. — Die Schriften, in denen Lavoisier seine Untersuchungen und die Resultate seiner Forschungen niederlegte, sind genugsam angeführt worden und es mag nur noch erwähnt werden, daß die Mehrzahl den *Mémoires de l'Académie pour les ann. 1768—1787*, den Schriften der Pariser Académie de médecine, den *Opuscules etc.* einverleibt worden ist; aber auch daß eine deutsche Uebersetzung: Lavoisier's physikalisch-chemische Schriften in zwei Bänden existirt.

Als andere Chemiker, welche vorzugsweise die antiphlogistische Theorie vertraten, sind Guyton de Morveau und Fourcroy aufzuführen, indem dieselben sich eng an Lavoisier's Ansichten angeschlossen. Sie gründeten mit ihm gemeinschaftlich 1780 die *Annales de Chimie*, als Organ der neuen Lehre, um dadurch dem *Journal de Physique*, welches die phlogistische Theorie vertheidigte, entgegenzutreten. — Die *Annales de chimie* hielten sich auch als Centralschrift der frau-

zöfischen Chemiker während der Zeit, wo die Revolution andere wissenschaftliche Einrichtungen und Organe aufhob.

Louis Bernard Guyton de Morveau wurde im Jahre 1737 zu Dijon geboren, wo sein Vater als Professor der Jurisprudenz an der dortigen Universität fungirte. Morveau junior widmete sich ebenfalls diesem Studium, begann dasselbe zu Dijon 1753 und setzte es zu Paris fort. Er pflegte nebenbei schöne Literatur und soll sogar mehre größere Gedichte geliefert haben.

In seinem 23. Lebensjahre wurde Morveau General-Advocat zu Dijon, lebte aber dennoch in seinen Mußestunden der Belletristik und wurde daher, in Folge seiner literarischen Specimina, zum Ehrenmitgliede der Akademie zu Dijon ernannt. Als solcher wurde er zufällig, durch einen stattgehabten Disput angeregt, auch der Chemie seine Kräfte zuzuwenden und es gelang ihm wirklich sehr bald, sich als Chemiker Anerkennung zu verschaffen. Er blieb zwar seinem Berufe treu, aber veröffentlichte auch selbständige chemische Arbeiten und besonders zog zunächst die Anwendung seiner chemischen Kenntnisse auf die Desinfection der Luft die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich; von 1776 an hielt er in Dijon Vorlesungen, welche mit vielem Beifall aufgenommen wurden; ja er gab sogar für diese Vorträge einen Leitfaden heraus. Morveau beschäftigte sich indessen auch mit der Mineralogie; er machte sich ferner um die Verbesserung der Salpeter-Gewinnung und Sodafabrikation verdient, indem er die erste Sodafabrik in Frankreich errichtete und mit jener, welche er nach mehr rationellen Principien betrieb, verband. Durch solche Einrichtungen verbreitete sich sein Ruf immer mehr, so daß er zur Bearbeitung des chemischen Theils der großen Encyclopédie méthodique aufgefordert wurde. Er leistete dieser ehrenvollen Aufforderung Genüge und lebte von nun nur den naturwissenschaftlichen Studien, indem er 1783 sich entschloß, die Jurisprudenz ganz bei Seite zu legen. Einige Jahre später wurde er zum beständigen Secretär der Dijoner Akademie creirt und er fand dadurch Gelegenheit, mit den Chemikern der Pariser Akademie in nähere Verührung zu kommen.

Morveau war bis dahin ein eifriger Anhänger und Vertheidiger der phlogistischen Theorie, aber Lavoisier wußte ihn zu überzeugen, daß er ebenfalls die phlogistische Theorie für weniger naturgemäß hielt, als die antiphlogistische. Im Jahre 1791 übersiedelte Morveau von Dijon nach Paris als gewähltes Mitglied der National-Versammlung, im Jahre 1793 stimmte er mit für die Hinrichtung des Königs und 1794 begleitete er das französische Heer nach Belgien. Dort nützte er durch die Aerostatik und wurde noch in demselben Jahre nach Paris zurückgeholt, zum Professor an der École centrale des travaux publics (später École polytechnique) ernannt, er behielt aber dennoch seinen politischen Wirkungskreis bei; von 1797 an, widmete er jedoch sich nur der erwähnten Professur und vertrat für Monge 1798 und 1799 das Directorat der erwähnten Anstalt. Bald darauf wurde er Generaladministrator der Münze und Director der polytechnischen Schule und im Jahre 1811, in Anerkennung seiner Verdienste, von Seiten Napoleons zum Baron ernannt; gleichzeitig wurden ihm die Vorlesungen

an der École polytechnique erlassen und er lebte nun noch fünf Jahre in aller Ruhe.

Wenn nun auch Guyton de Morveau einen nicht so wesentlichen Einfluß auf die Chemie ausübte, wie es bei Lavoisier der Fall war, so hat er doch zur Zeit auch das Seinige geleistet, und mag doch Einiges hier angeführt werden. Als Verfasser des chemischen Theils der großen Encyclopädie, welche Fourcroy in den letzten Jahren übernahm, ist seiner gedacht worden, aber er hat mit mehren Einzelheiten sich befaßt; so theilt er z. B. in dem Journal de l'école polytechnique eine Theorie über das Anschließen der Krystalle überhaupt, in den Mémoires present. à l'Académie des sciences, Beobachtungen über das Anschließen der Metalle, insbesondere des Eisens bei dem Erstarren, in dem Journal de Physique (1779) über die natürlichen Auflösungsmittel des Quarzes mit; die früheren Erfahrungen über die Schmelzbarkeit der Erden, ihr Verhalten gegen Salze und Glasflüsse, über das Gefrieren der starken Schwefelsäure (Journal de l'école polytechnique), über den Schwerspath und das Verfahren, die Baryterde rein auszuscheiden (Nouveaux Mémoires de l'Académie de Dijon pour la partie des sciences et des Arts à Dijon); über die Auflösung des Wismuths in Essig, und die Eigenschaften des letzteren, das Füllen des Wismuths aus Salpetersäure durch Wasser zu verhüten, über Bernsteinsäure, über die Natur des Stahls, über Platina, dessen Schmelzbarkeit und Versetzung mit Stahl, über die verglasende Wirkung der Phosphorsäure auf Erden, über eine Auflösung des Braunersteins in derselben, über das mineralische Chamäleon (manganfaures Kali), über die Reinigung des rohen Weinstein durch fein gepulverte Kohle, über die Einwirkung der Salpetersäure auf Zinn, über die Fällung des Gerbstoffs durch Wolframsäure &c. Diese Untersuchungen, deren noch eine beträchtliche Anzahl aufgeführt werden könnte, sind größtentheils in dem Journal de Physique, (von 1775—1790), zum Theil aber auch in Crell's chemischen Annalen (z. B. die Einwirkung der Salpetersäure auf Zinn) veröffentlicht worden. Außerdem hat de Morveau verschiedene Gesundbrunnen untersucht, Mineralien analysirt und sich auch um die Anwendung der Chemie auf die Technik verdient gemacht. Vor Allem hat er sich aber um die Chemie durch seine Abhandlungen über die chemische Verwandtschaft und den Einfluß der Wärme auf deren Wirkungs-Außerung (Crell's chemische Annalen 1788. Bd. II), durch seine Lehre über die Säuren, durch die Einführung einer rationellen Nomenclatur in die Chemie namhafte Verdienste erworben. Denn bis dahin wurden den chemischen Substanzen die verkehrtesten Bezeichnungen beigelegt. Es waren zwar einzelne Fälle bekannt, in denen der Name das chemische Verhalten des betreffenden Körpers ausdrückte, aber die Nomenclatur beschränkte sich eben nur auf einzelne Substanzen, und Guyton de Morveau schloß an diese Bezeichnungsweise die seinige an, baute darauf weiter und war der Erste, welcher die Nomenclatur so wählte, daß sie auch die chemische Zusammensetzung der Körper ausdrückte, worin ihn auch seine Zeitgenossen unterstützten.

Fassen wir nun noch Guntou de Morveau's literarische Leistungen, abgesehen von einigen, in anderen Journalen publicirten Aufsätzen, bezüglich der selbständigen Werke in's Auge, so sind als von ihm verfaßte noch folgende anzuführen: „Digressions académiques ou Essais sur quelques sujets de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle; ferner Elements de chimie; Encyclopédie méthodique; Méthode de nomenclature chimique; Description complète de procédés de désinfection etc., von 1801 an wiederholt aufgelegt und 1802 in's Deutsche übersezt.

Antoine François de Fourcroy, einer der anderen erwähnten französischen Chemiker damaliger Zeit, wurde 1755 zu Paris einer sehr gebildeten, adeligen, aber in armseligen Verhältnissen lebenden Familie, welche sehr heruntergekommen war, geboren. Fourcroy war daher diesen Umständen zufolge, gezwungen, für die nothwendigsten Bedürfnisse des Lebens selbst zu sorgen; aber dennoch widmete er sich, bei den in den Weg tretenden materiellen Hindernissen, dem Studium der Medicin. Diese Widerwärtigkeiten waren besonders deshalb um so größer, da die medicinische Facultät, in Folge der Feindschaft mit einem Gönner Fourcroy's sie auf diesen übertrug, so daß ihm Hülfsmittel, auf welche er in seiner Lage und vermöge seiner Kenntnisse, Anspruch machen konnte, verweigert wurden; indessen gute Freunde vereinigten sich, um ihm die erforderlichen Mittel zur Erreichung des Doctorgrades zu verschaffen. Jedoch war Fourcroy, sehr kurz zuvor mit einem Professor der Chemie, Namens Bucquet, an der medicinischen Schule bekannt geworden, um sich in der Chemie auszubilden, und es wurde ihm bald durch seinen Lehrer Gelegenheit geboten, sein herrliches Talent im Vortrage zu zeigen. Er erwarb sich überhaupt bald einen sehr bedeutenden Ruf, so daß er, als durch Macquer's Tod 1784 die Professur der Chemie an dem Jardin des plantes erledigt wurde, dieselbe erhielt. 1793 wurde Fourcroy Mitglied des Nationalconvents, wo er die Annahme des Gesetz-Entwurfs für die Gleichförmigkeit der Maße und Gewichte besonders bewirkte. — Während Robespierre mit seinen Schreckensthaten und Gräueln in Paris hauste, war Fourcroy im Comité des öffentlichen Unterrichts thätig, und er wurde, nachdem Robespierre gestürzt worden war, beauftragt, die Errichtung der verschiedenen Lehranstalten zu überwachen, welche von Neuem gegründet werden sollten. Er war mitwirkender Schöpfer der Central-, der polytechnischen Schule, der neuen medicinischen Schule, des naturhistorischen Museums und mehrerer derartigen Institute. Auch bekleidete er verschiedene Aemter (als Staatsrath, als Generaldirector des öffentlichen Unterrichts), deren Verwaltung er so ausgezeichnet handhabte, daß Napoleon in Anerkennung dessen ihn zum Reichsgrafen ernannte.

Fourcroy war an den gelehrten Anstalten, an denen er als Lehrer wirkte, sehr beliebt und machte sich um die Chemie sehr verdient, so daß er großen Ruhm erntete und in der That ein gutes Andenken verdient, wiewohl ihm eine große Eigenliebe vorgeworfen wird, und ein außerordentlicher Neid auf seinen Rivalen Lavoisier ihm eigen gewesen sein soll. Fourcroy erwarb sich um

die Verbreitung des antiphlogistischen Systems große Verdienste und förderte die verschiedenartigsten chemischen Untersuchungen zu Tage, welche vorzugsweise in den *Mémoires et observations de chimie*, den *Mémoires de l'Académie des sciences*, in den *Annales de chimie* veröffentlicht, aber auch theils in den *Annales du Museum d'histoire naturelle* und im *Journal des Mines* mitgetheilt worden sind. Er stellte über den Unterschied des durch äzendes und durch kohlensaures Laugensalz aus Säuren gefällten Eisens, über die Verbindung dieses Metalls mit Kohlenensäure, über die Ursache des Zerfließens und Verwitterns der Mittelsalze, über das Verpuffen des Salpeters und Knallpulvers, über die Schwierigkeiten bei der Bereitung trockner Aetzsalze, über die Erscheinungen, welche beim Reiben derselben mit mineralischem Kermes, Schwefel und Spiesglanz auftreten, über die Auflösung des Spiesglanzmetalls in Kochsalzsäure (Salzsäure) über die Unreinigkeiten des gemeinen Bittersalzes, über die Verbrennlichkeit salziger Stoffe, über den Unterschied der Arsenikleber und des arsenikalischen Mittelsalzes, über das Entfärben des Berlinerblau's durch Kalk, Talkerde u., über einen durch Milch aus Quecksilberauflösung erhaltenen rothen Niederschlag, über eine aus Galle geschiedene nach Ambra riechende Feuchtigkeit, mit der natürlichen kohlensauren Baryterde von Alston-more, über die Fällung der Talkerde aus Schwefel-, Salpeter- und Salzsäure durch flüchtiges Laugensalz, mit der Fiebrerrinde von St. Domingo, welche er zerlegte, über die Bildung der Salpetersäure, die er auch aus Quecksilberkalk und flüchtigem Laugensalz erhielt, über das trockene Salz, das er durch Destilliren aus der Nordhanser Schwefelsäure erlangte, mit dem schwefelsauren Quecksilber, über die Wirkung der Metallsalze auf flüchtiges Laugensalz, über die dreifachen Salze, welche aus der Verbindung des letzteren mit salpetersauren Quecksilberoxydul und Quecksilberchlorür hervorgehen, über den Unterschied des feuerfesten Laugensalzes, über die Gegenwart eines dem Einweiß ähnlichen Stoffs in den Pflanzensäften, über die Färbung der Pflanzenstoffe durch die Luft, resp. den Sauerstoff derselben und eine neue Bereitung fester Malerfarben, über das Gehirn (in welchem er das Hirnfett als eine besondere Substanz entdeckte), über eine Blutlauge, die er durch Abziehen der Salpetersäure über Blutwasser und andere thierische Stoffe erhielt, über die reine Baryterde und über die flüchtige Schwefelsäure und ihre Verbindungen mit Laugensalzen und Erden, endlich (in Gemeinschaft mit Bauquelin, Chaussier und Guyton) mit Mineral- und Pflanzensalzen, für die damalige Zeit sehr genaue Versuche an. Fourcroy bearbeitete außerdem einige kleine Artikel für die *Encyclopédie méthodique* und gab folgende selbständige chemische Werke heraus: *Leçons élémentaires d'histoire naturelle et de chimie*, welche 1786 in vier Bänden unter dem Titel „*Éléments d'histoire nat. et de chimie*“ erschienen und von denen Uebersetzungen in die deutsche und englische Sprache bewerkstelligt worden sind. 1801 gab er ein Lehrbuch der Chemie unter dem Titel: „*Système des connaissances chimiques*“ heraus. Besonders ist aber seine *Philosophie chimique ou vérités fondamentales de la philosophie moderne* zu erwähnen, welche 1792 herauskam. — Seinen *Tableaux synoptiques*

de chimie wurde eine außerordentliche Verbreitung zu Theil; sie erschienen zuerst 1799, zuletzt 1805, in vier verschiedenen Uebersetzungen.

Fourcroy hatte durch die Anstrengungen eines so sehr beschäftigten und thätigen Lebens seine Gesundheit sehr geschwächt, so daß er zu Ende des Jahres 1809 dem Tode unterliegen mußte. Er war ein Mann, dem die Wissenschaft Vieles verdankt und dessen Name, von dem rein wissenschaftlichen Standpunkte aus betrachtet, mit Glanz und Ruhm bedeckt ist; aber als einen Mann, welcher noch mehr als Fourcroy durch seine wissenschaftlichen Verdienste glänzte, dürfen wir den jener Zeit angehörenden C. L. Berthollet hier einen Platz vergönnen. Dieser berühmte Chemiker, 1748 zu Talloire in der Nähe der Stadt Annecy in (Savoyen) einer ausgewanderten französischen Familie geboren, genoß seine erste Erziehung in der erwähnten Stadt Annecy und studirte darauf bis zum Jahre 1770, auf der Universität Turin Medicin, aber begab sich, nach seiner zurückgelegten Promotion 1772, nach Paris. Hier wurde dem Berthollet die Stelle eines Leibarzts bei dem Herzoge von Orleans zu Theil, wo er seine freien Stunden dem Studium der Chemie widmete, auf deren Gebiete er sich bald so hervorthat, daß er sehr bald den Ruf eines tüchtigen Chemikers sich erwarb, und in Folge dessen 1780 in die Pariser Akademie aufgenommen wurde. Im Jahre 1784 erhielt er (obgleich er vergeblich die damals vacante Professur der Chemie am Jardin des plantes sich gewünscht hatte), da Berthollet seine Bemühungen und wissenschaftlichen Künste hauptsächlich der Anwendung der Chemie auf die Technik, Künste und Gewerbe, vorzugsweise auf die Färberei zuwandte, von Seiten der Regierung die Aufsicht über die Färbereien. Er erfüllte seine Verpflichtungen auf das Gewissenhafteste und zeichnete sich auch in anderen Industrie-Zweigen durch Verbesserungen und neue Schöpfungen aus, so daß ihm dadurch, und wegen seines rechtschaffenen Charakters, selbst in der stürmischen Revolutions-Zeit, Anerkennung und Sicherheit zu Theil wurde; ja er wurde sogar zu Anfang der Neunziger Jahre Oberinspector der Münze, zur Hebung der Agricultur beauftragt und als Professor der Chemie an der Normal- und an der polytechnischen Schule zu Paris angestellt, obgleich seine streng wissenschaftlichen Vorträge nicht eine solche Anerkennung fanden, wie ihm diese als Forscher und Schöpfer neuer Einrichtungen gespendet wurde. Er machte sich bei der Errichtung des Institut des sciences et des arts sehr verdient, lernte auf einer wissenschaftlichen Mission nach Italien Napoleon kennen, dessen Achtung er sich in einem solchen hohen Grade erwarb, daß derselbe ihn zur Theilnahme an der Expedition nach Egypten aufforderte, wo er sich ebenfalls auszeichnete, wovon die Folge war, daß er, nachdem Napoleon den Thron bestiegen hatte, mit Ehrenstellen, Orden und Grafen-Titel decorirt wurde.

Werfen wir nun aber einen Blick auf die vielen Untersuchungen und Leistungen, welche Berthollet für die chemische Wissenschaft zu Tage förderte, so werden wir dem biederen Charakter eine noch höhere Achtung zollen! — die *Mémoires de l'Académie des sciences pour les ann. 1780—1787* liefern uns eine große Anzahl von Berthollet's Abhandlungen; ferner die *Annales de*

Chimie, deren Mitherausgeber er war, die ersten Bände der *Annales de Chimie et de Physique* (Fortsetzung jenes Journals); aber auch in anderen Journalen finden sich Abhandlungen über Berthollet's Forschungen und Untersuchungen, so z. B. im *Journal de l'école polytechnique*, im *Journal de Physique*, in den *Mémoires de l'Institut national*, in den *Mémoires de Société de médecine à Paris*, in den *Mémoires de Société d'Arcueil* und in einigen anderen Journalen.

In den *Mémoires de l'Académie sciences**) und anderen Journalen finden wir z. B. über die thierischen Stoffe, über die Phosphorsäure als besonderen Bestandtheil des thierischen Organismus, über die freie Phosphorsäure im Harn, über die Vereinigung des feuerbeständigen Laugensalzes mit Kohlensäure, über die ägende Kraft metallischer Salze und ihre Ursache, über die Bestandtheile der Salpetersäure und Schwefelsäure, über die Blausäure und deren Zusammensetzung aus Kohlenstoff, Stickstoff und Wasserstoff, über das Königswasser und einige Verwandtschaften der Kochsalzsäure (Salzsäure) und des nicht lange zuvor (als dephlogistisirte Salzsäure bezeichneten) entdeckten Chlors, über die Wirkung dieses mittelst Braunstein dargestellten Körpers auf Farbstoffe, d. h. die bleichende Eigenschaft desselben (worüber eine Abhandlung in den *Annales de Chimie* sich findet), und die Salze, welche das Chlor oder die dephlogistisirte Salzsäure bildet, vorzugsweise über das, welches dieser Körper mit Potasche erzeugt.

In Crel's chemischen Annalen (Bd. II., S. 57, 1787) erwähnt Hassenfratz**), daß Berthollet ein neues Salz (Mittelsalz) mittelst der Einwirkung von dephlogistisirter Salzsäure auf Potasche, d. h. durch Sättigung des kohlensauren Kalis mittelst Chlor, das chlorsaure Kali entdeckt habe, welches er *muriate oxygené de potasse* nenne. Dort heißt es ferner, wie der Chemiker Hassenfratz berichtet, daß das Salz die Eigenschaften des Salpeters besitze, durch Erkältung anschmelze, auf der Zunge schmelzend Kälte erzeuge und auf glühenden Kohlen schmelze. Es wird auch von diesem Salze vorausgesagt, daß es der Chemie manchen Nutzen schaffen werde, weil es die Eigenschaft besitze, beim Glühen seine dephlogistisirte Luft abzugeben. Ferner schrieb er über den Unterschied der gewöhnlichen Essigsäure von der durch Destillation des Grünspanns erzielten, über die Weinsteinssäure (*Journal de physique*) über die Gallsäure (*Annales de chimie*); über die Zerlegung des Salpeters; über die ägende Eigenschaft der Laugensalze oder Alkalisalze und des Kalks und ihre Verbindung mit Metallsalzen (*Annales de chimie*). Seine Untersuchungen über das flüchtige Alkali (Ammoniak***), in welchem er dessen Bestandtheile, Stickstoff und Wasserstoff, erkannte und dieselben

*) Diejenigen Abhandlungen, welche hier angeführt und bei denen die Zeitschrift nicht besonders bemerkt ist, finden sich in den *Mémoires de l'Académie des sciences*.

**) Prof. a. d. École des Mines etc. vormal's Lavoisier's Assistent, geb. 1755 zu Paris gest. 1827 daselbst (s. w. d. Thl. II.)

***) Diese wichtige Entdeckung ist in den *Mémoires de l'Académie des sciences* 1785 S. 316—326 publicirt worden, aber es gedenkt d'Arcet auch derselben in Crel's Annalen 1786, Bd. II. S. 425.

der Menge nach bestimmte, sind vorzugsweise erwähnenswerth; nicht minder wichtig ist seine Entdeckung des Knallsilbers und dessen Vereitung (*Annales de chimie* Bd. I., S. 54; *Journal de physique* Bd. 32, 1788). Berthollet beobachtete nämlich, daß aus der Lösung des Silbers in Salpetersäure durch Kaltwasser ein Niederschlag gefällt wird, welcher in ein sehr leicht oxydirbares Pulver übergeht, wenn er längere Zeit mit Ammoniak übergossen bleibt; auch suchte er die die Explosion bedingenden Umstände genau zu erforschen; er kannte auch, daß Schwefelwasserstoff keinen Sauerstoff enthalte, daß bei der Einwirkung von Chlor auf Blausäure eine besondere, später als Chlorcyan erkannte Substanz, welche von ihm als oxydirte Blausäure bezeichnet wurde, entsteht. Berthollet machte sich auch sowohl um die Salpeter- als auch um die Stahl-Vereitung verdient; er studirte das Eisen in seinem verschiedenen metallischen Zustande und lehrte (*Crell's chemische Annalen* 1786, Bd. II., S. 426 von d'Arcet und ebendasselbst 1787, Bd. II., S. 57, von Hassenfratz zur Zeit berichtet), daß Stahl und Gußeisen aus Eisen und Graphit (Kohlenstoff) bestehen, beide durch den verschiedenen Gehalt an demselben sich von einander unterscheiden, daß Eisen in diesem Zustande (in Uebereinstimmung mit Monge) mehr reines Metall enthalte, als der Stahl. Außerdem lieferte er noch manche anderen Untersuchungen, wie z. B. über die Klee- säure, deren Darstellung mit Hülfe von Salpetersäure, aus organischen Substanzen über die Einwirkung des Sauerstoffs auf Oele, über die Chinarinde, über die Gewichtszunahme des Schwefels, Arsens und Phosphors, beim Uebergange in Säuren, auf Kosten des Sauerstoffs, über das Verhalten der Oxyde der schweren Metalle gegen Alkalien u. s. w.; jedoch müssen die Einzelheiten in angemessener Weise für den speciellen Theil vorbehalten bleiben, wenn auch einige der Leistungen Berthollets noch anzuführen die Pflicht gebietet; denn dieser zur Zeit bedeutende Chemiker hat auch selbständige Werke geliefert und sich überhaupt um die Theorie der Chemie in mancher Beziehung verdient gemacht, so z. B. gab er folgende selbständige Schriften heraus: *Observations sur l'air*; *Elements de l'art de teindre*; auch ins Deutsche übersetzt; *Description du blanchiment, pour l'acide muriatique oxygéné etc.* innerhalb der Jahre 1776—1795 heraus; in dem Jahre 1801 erschienen seine *Recherches sur les lois de l'affinité*, von denen 1802 und 1806 Fortsetzungen folgten; aber ganz besonders ist seine im Jahre 1803 erschienene „*Statique chimique*“ (eigentlich aber betitelt: *Essai de statique chimique*), in 2 Bänden, wofür er den ersten Grundgedanken in Egypten faßte und welche auch im Jahre 1811 in's Deutsche übertragen wurde, hervorzuheben, da er in dem letzteren Werke seine Ansichten vorzugsweise entfaltet hat.

Dieser bedeutende Chemiker, welcher zu Anfang seines öffentlichen Auftretens noch der Phlogistontheorie huldigte und in allen diesen Bestrebungen des Stahl'schen Systems zwar sehr wenig von Wichtigkeit veröffentlichte, hat durch seinen Uebertritt zur antiphlogistischen Theorie, durch seinen Anschluß an Lavoisier's Ideen, der Wissenschaft große Rechnung getragen, wovon, außer seinen angeführten Untersuchungen, hauptsächlich die *Statique chimique* die glänzendsten Beweise

liefert, indem er in diesem der damaligen chemischen Literatur große Ehre bereitenden Werke seine herrlichen Ansichten darlegte und von seinem großen Genie Zeugnis gab. Freilich vermochte nicht die Ansicht Lavoisier's, daß nur der Sauerstoff als Säure-Erzeuger zu betrachten sei, in Berthollet Glauben zu erwecken, da bereits zwei Körper, der Schwefelwasserstoff und die Blausäure, als Säuren ohne Sauerstoff ihm bekannt waren; hierin wich er also von Lavoisier's Principien ab, aber Berthollet ließ es auch bei dem Zweifel bewenden, indem er sich damit begnügte, anzunehmen, daß es sauerstofffreie Säuren gebe, ohne diese Lehre, welche erst später gehörig begründet wurde, zu erweitern.

Vor Allem dürfen aber die in seiner *Statique chimique* mitgetheilten Ansichten über die Affinitäts- oder Verwandtschafts-Verhältnisse der Körper, da sie schöpferisch sind und als die Bergman'schen Ansichten verbessernde angesehen werden müssen, wenigstens im Allgemeinen hier nicht unberichtet bleiben. Bergman hatte zwar auch um die Verwandtschaftslehre (wozu Boerhave zuerst den Grund legte) sich verdient gemacht und zur weiteren Ausbildung derselben beigetragen, aber ehe Berthollet gleichsam als Antipode auftrat, hatte man die Mengenverhältnisse nicht berücksichtigt. Man nahm die Affinität zweier Stoffe zu einander als durch eine eigenthümliche innewohnende Kraft verursacht an, und schrieb die Zersetzungsercheinungen verschiedenen Graden der Verwandtschaft zu, aber man hielt die Qualität der Körper für alleiniges Bedingniß derselben, ohne auf die Quantitäten Rücksicht zu nehmen, wenn auch immerhin der Einfluß der Temperatur erkannt wurde. Bergman, welcher die allgemeine Anziehung Newton's bei dem chemischen Prozeß zu Grund legte, schrieb nicht allein der Form der Partikeln, sondern auch ihrer Stellung einen wesentlichen Einfluß auf die Bildung der Producte zu. Nach ihm sind die Verwandtschaften constant und er glaubte sie nach bestimmten Regeln voraussagen zu können; er gibt freilich einige Unregelmäßigkeiten zu, aber diese außergewöhnlichen Fälle sind nach ihm den Kometen vergleichbar, deren Bahn aus Mangel an Beobachtungen noch nicht hat berechnet werden können. Seiner Ansicht zufolge, zersetzt ein Stoff eine andere Verbindung, je nach seiner specifischen Verwandtschaft zu einem Bestandtheile derselben, entweder gar nicht oder unvollkommen, mag das Zersetzungsproduct fest, flüchtig, oder gasförmig sein.

Berthollet hatte das Verdienst, solche Irrthümer aus der Wissenschaft hinwegzuräumen; denn während Bergman eine Beständigkeit der Verwandtschaften und nur einige Ausnahmen als Seltenheiten annahm, so wie auch, daß die Kenntniß dieser Verwandtschaften alle Reactionen vorausszusehen gestatte, bewies Berthollet, welcher die Verwandtschaften als constant nicht annahm, das Gegentheil, indem er durch positive Versuche zeigte, daß die der Verwandtschaft zugeschriebenen Erscheinungen lediglich in das Gebiet der Erfahrungen gehören, und daß diese Vorausbestimmung wieder stattfinden könne, wo die Verwandtschaft modificirt auftritt.

Die chemische Verwandtschaft ist nach ihm als die wahrscheinliche Ursache

Chemischer Vereinigungen zu betrachten; sie ist jedoch nicht als eine allgemeine Grundkraft anzusehen; sondern sie macht sich nur unter gewissen Umständen geltend. Nach ihm besitzen alle Körper chemische Anziehungskraft, welche in Folge fremder Einflüsse und Hindernisse nur nicht immer sich geltend machen kann. Er stellte als ein durchaus nothwendiges Bedingniß für die Wirkungsäußerung der chemischen Verwandtschaft zwischen zwei Körpern, die unmittelbare Berührung ihrer kleinsten Theilchen hin; ist diese gegeben, alsdann können, nach ihm, alle mit einander verwandten Körper zu chemischen Verbindungen in allen Verhältnissen sich vereinigen, sobald, wenn nicht, wie bei Gasen, die Elasticität eine Grenze setzt, die Körper in flüssigem Zustande sich befinden; wogegen die Unlöslichkeit eines Körpers oder das Entweichen im gasförmigen Zustande eine Unfähigkeit für die chemische Thätigkeit veranlaßt.

Er hielt ferner die chemische Wirkung der Körper aufeinander als von dem Mengenverhältniß abhängig und berücksichtigte als der Erste, daß die Quantität eines Körpers Einfluß auf die Verbindung hat. Wenn also die Verwandtschaft eines Körpers zu einem andern nur schwach ist, so läßt sie sich durch die Masse verstärken. Es wird daher eine schwächere Verwandtschaft durch die Masse unterstützt, um einer an und für sich stärkeren das Gleichgewicht halten zu können. Hierfür lassen sich in der That Beispiele anführen, welche der Erfahrung nicht widerstreiten, wovon im speciellen Theile die Rede sein wird. Ebenso läßt sich ein von Berthollet erkanntes Gesetz, daß keine vollständige Zersetzung erfolgen kann, wenn nicht das Product flüchtig oder unlöslich ist, im Allgemeinen den späteren Erfahrungen anpassen. Dagegen spricht die Annahme Berthollet's, daß wenn ein Körper mit zwei anderen in Berührung kommt, welche beide mit jenen ersteren sich zu verbinden streben, derselbe unter beide vertheilt werde, gegen die Erfahrung, wiewohl Berthollet der Ansicht war, daß dieses Gesetz nur dann Ausnahme erleiden könne, wenn durch Cohäsion (worunter er Schwerlöslichkeit versteht) und Elasticität (Bestreben in den gasförmigen Zustand überzugehen, also Expansion) das Gleichgewicht gestört werde. Ebenso nahm Berthollet an, daß wenn zwei wirkliche Salze mit einander in Auflösung sich befinden, eine Theilung jeder vorhandenen Säure in die vorhandene Basis und so umgekehrt stattfinde, so daß demnach aus zwei Salzen, vier entstehen würden, welche so lange nebeneinander bestehen können, bis durch irgend eine Ursache eines derselben aus dem Kreise entfernt wird. Es ist also von Bergman's angenommener Wahlverwandtschaft, welche der Erfahrung entspricht keine Rede, und auch widerstreitet jenes Gesetz der praktischen Regel, daß in einer solchen Salz-mischung, z. B. in einem Mineralwasser die starken Basen mit den stärkeren Säuren, die schwächeren mit den schwächeren verbunden sind. — Hinreichend bekannte, vielfache Thatfachen stehen mit dieser praktischen Regel in vollkommenem Einklang, und es braucht nur in sofern erinnert zu werden, daß aus einer gemischten Lösung von essigsaurem Kali und schwefelsaurem Eisenoxydul schwefelsaures Kali und essigsaures Eisenoxydul hervorgehen. Eben so wenig

läßt sich Berthollet's Hypothese, daß eine Base bei Gegenwart zweier Säuren sich dann im Verhältniß ihrer Atomenzahl theile, durch bekannte Thatfachen beweisen; denn Versuche lehren ja zur Genüge, daß die stärkste Säure sich der ganzen Basis bemächtigt, oder daß sie der anderen eine geringe, durch Reagentien nicht wahrnehmbare Menge übrig läßt. Dagegen liefert seine Erklärung für die bei so vielen chemischen Reactionen auftretenden, durch Unlöslichkeit oder Flüchtigkeit der möglichen Producte hervorgerufenen Erscheinungen einen sicheren und bewährten Anhaltspunkt.

Wenn nun auch die Berthollet'schen Ansichten, die als der Erfahrung entsprechende sich zum Theil Geltung und Haltung verschafften, sich der Angriffe nicht erwehren konnten, weil sie die Thätigkeit einer besonderen Verwandtschaft außer Augen ließen und nur auf Menge und physikalische Eigenschaften Rücksicht nahmen, überhaupt die constante Zusammensetzung mit dem Begriff der chemischen Verbindung nicht als nothwendig erachteten, so gebührt doch Berthollet, hinsichtlich der Verwandtschaftslehre manches Verdienst, und haben seine Theorien und Hypothesen einen sehr nützlichen Einfluß auf die Chemie ausgeübt; besonders ist anerkennungswerth, daß die Berthollet'schen Ansichten die physikalischen Verhältnisse (Cohäsion und Expansion) bei Betrachtung der Verwandtschaftsercheinungen im Auge hatten.

Die Berthollet'schen Lehren fanden zu Anfange viele Anhänger, da ihre consequente Durchführung mit Hülfe weniger Annahmen die Erklärung fast aller damals bekannten Affinitätsercheinungen gestattete; aber sowohl die Anhänger Bergman's lehnten sich nicht allein dagegen auf, sondern auch die Entdeckung der bestimmten Proportionen und die Beweise Proust's über die den chemischen Verbindungen zu Grunde liegenden unabänderlichen bestimmten Zusammensetzungsverhältnisse, traten den Berthollet'schen Lehren feindselig entgegen, so daß wie im speciellen Theile noch näher nachgewiesen werden wird, eine Haltbarkeit der Berthollet'schen Ansichten, über die Verwandtschaftsercheinungen in ihrem ganzen Umfange, nicht möglich war. Aber dem Verdienste die Krone! Berthollet hat durch seine Forschungen und Theorien viel Gutes uns geschaffen und die Chemie ist ihm außerordentlichen Dank schuldig. Er war ein großer scharfsinniger Gelehrter, wurde, trotz der empfangenen hohen Gunstbezeugungen von Seiten Napoleon's, nie zum Schmeichler. — Noch während der letzteren Jahre seines segensreichen, thätigen Lebens, wo er zu Arcueil, nahe bei Paris in aller Zurückgezogenheit lebte, war sein Haus der Centralpunkt ausgezeichneten Gelehrten, welche, unter seinem Vorsitz, eine Société d'Arcueil constituirten und auch Schriften, von dieser Gesellschaft aus, in die Oeffentlichkeit entsandten. So beendete der ruhmvolle Berthollet, bis an den späten Lebensabend von der Förderung der Wissenschaft durchdrungen, wenn auch durch das Schicksal eines frühen Todes seines hoffnungsvollen Sohnes, der rege Sinn etwas gehemmt wurde, in der Zurückgezogenheit 1822 sein irdisches Dasein, nachdem er zuvor, nach Napoleons Sturze (von ihm selbst als Senatsmitglied mit hervorgerufen), von Seiten Ludwig's XVIII. zum Pair ernannt worden war.

Es ist hiernach nicht zu verkennen, daß Frankreich, wenn wir den großen Lavoisier nicht aus den Augen lassen, der Sitz der Schöpfung für die neuere Chemie, für die Begründung des quantitativen Zeitalters war, aber auch in Deutschland zeigte sich immer mehr Regsamkeit, und es mag hier zunächst Klaproth, welcher auch zu jener Zeit eine würdige Stellung einnahm, Erwähnung finden, und besonders deshalb verdient er hier zunächst genannt zu werden, da er zur Zeit unter den deutschen Chemikern einer der ersten Förderer der Chemie war.

Martin Heinrich Klaproth wurde 1743 zu Wernigerode am Harz geboren und widmete sich, nachdem er bis zum 16 Jahre die Stadtschule seines Geburtsortes besucht hatte, der Apothekerkunst, zu welchem Behufe er zu Quedlinburg in einer dortigen Apotheke seine Lehrzeit absolvirte, aber auch noch als Gehülfe fungirte. In dem genannten Orte hatte er indessen, trotz seines siebenjährigen Aufenthaltes, wenig Gelegenheit gefunden, in der Pharmacie sich gehörig auszubilden.

Dagegen war ihm in Hannover, wo er von 1766—1768 als Gehülfe sich nützlich machte, mehr Gelegenheit zum Studiren besserer Lehrbücher, welche einen wissenschaftlichen Sinn rege machten, geboten. Von Hannover begab er sich alsdann nach Berlin, um, der beiden daselbst zur Zeit lebenden Chemiker Pott und Marggraf wegen, in eine Apotheke einzutreten. Er bestrebte sich sowohl die ihm noch fehlende allgemeine Bildung zu ergänzen, als auch gründliche Kenntniß in der Chemie sich zu erwerben. 1770 ging Klaproth nach Danzig, lehrte aber schon in dem darauf folgenden Jahre nach Berlin zurück, um in der Apotheke, des als Chemiker vortheilhaft bekannten Valentin Rose, eine Stelle als Gehülfe einzunehmen. Beide Männer schlossen bald innige Freundschaft, aber leider wurde dieselbe durch Rose's im Jahre 1771 erfolgenden Tod zerrissen.

Klaproth übernahm hierauf die Verwaltung der Apotheke und leitete die Erziehung der beiden von Rose hinterlassenen Söhne, von denen sich der eine zu einem ausgezeichneten Chemiker heranbildete.

Klaproth widmete sich nun selbständigen chemischen Untersuchungen, richtete sich sein eigenes zweckmäßiges Laboratorium ein und veröffentlichte viele Arbeiten, welche ihm bald den Ruf eines ausgezeichneten Analytikers erwarben. 1782 wurde er zum Mitglied des Sanitäts-Collegiums ernannt; 1787 erhielt er den Eintritt in die Akademie der Künste, und 1788 als Mitglied in die der Wissenschaften, zu Berlin. Auch hatte er schon einige Jahre zuvor Vorlesungen über Scheidekunst für Artillerieofficiere gehalten, und ihm wurde darauf eine Professur der Chemie an der Artillerieschule, so wie an ähnlichen Anstalten übertragen. Als 1809 zu Berlin eine Universität errichtet wurde, creirte man ihn zum ordentlichen Professor der Chemie an derselben, und er wirkte in dieser Weise bis zu seinem 74. Lebensjahre, in welchem er nach sehr erprießlicher Thätigkeit das Zeitliche segnete. Klaproth war sowohl ein ausgezeichnete Naturforscher, als auch ein achtbarer Mensch, sehr anspruchslos und ließ stets einen ernsten Charakter blicken.

Er erwarb sich um die Anerkennung der antiphlogistischen Theorie in Deutschland große Verdienste, so wie auch dadurch, daß er eine richtigere chemische Theorie geltend machte. Namentlich waren es aber seine Arbeiten in der analytischen Chemie, welche ihm eine wissenschaftliche Bedeutung verliehen. Denn Klaproth war der Erste, welcher sich nicht allein mit der Veröffentlichung der eigenen Uebersetzung von der Zusammensetzung einer Verbindung begnügte, sondern die specielle Darlegung der vollständigen Untersuchung einführte. Ihm galt die Uebereinstimmung des Gewichts der erhaltenen Bestandtheile mit dem Gewichte der ursprünglich der Untersuchung unterworfenen Substanz, als Maßstab für die Genauigkeit der Untersuchung, für die Zulässigkeit der angewandten Methoden.

Klaproth hat zahlreiche Untersuchungen meistens in Crel's chemischen Annalen, in den Denkschriften der Berliner Gesellschaft naturforschender Freunde, Köhler's bergmännischem Journale, im Berliner Jahrbuch für Pharmacie &c. veröffentlicht; aber auch (s. w. u.) eine Sammlung seiner Aufsätze über die Analyse der Mineralkörper herausgegeben).

Klaproth untersuchte z. B. sowohl das gediegene Tellur, als auch verschiedene Tellurerze, nämlich Schrifttellur, Weißtellurerz, Blättertellur (Crel's Annalen 1789 &c.); das Uranpecherz und den Uranit und erkannte in diesen Erzen das Uran als ein eigenthümliches Metall (Denkschriften der Berliner Gesellschaft 1789; Nouveaux Mémoires de l'Académie des sciences et belles lettres à Berlin pour les ann. 1786—1787.). Er war der Entdecker des Titans in dem Rutil oder rothen Schörl (Beiträge zur chemischen Kenntniß der Mineralkörper; Berlin und Posen), der Zirkonerde im Zirkon von Ceylon (Denkschriften der Berliner Gesellschaft &c. 1789) des Cers, von ihm Schroit genannt, der Honigsteinssäure &c. Er suchte die Eigenthümlichkeiten der von Gadolin 1794 im Ytterbit (später Gadolinit) erkannten und von Ekeberg 1797 bestätigten Yttererde (Gadolinerde), die der Glycin-, Süß- oder Bernselerde, des von Bauquelin entdeckten Chroms &c. zu erforschen, glaubte in dem Diamantspath (Korund) eine besondere Erde, die Diamantspatherde erkannt zu haben; widerrief aber später diesen Irrthum, indem er die vermeintliche besondere Erde als aus Kiesel- und Thonerde bestehend fand (Beiträge zur chemischen Kenntniß der Mineralkörper; Bd. I. S. 73. und Bd. II. S. 699). Ferner wußte er auch die Strontianerde von der Baryterde zu unterscheiden (ebendasselbst).

Er lenkte zuerst die Aufmerksamkeit auf die gleichartige Zusammensetzung der Meteorsteine und hat um eine große Anzahl Mineralanalysen, durch welche er die Zusammensetzung vieler Mineralkörper kennen lehrte, sich verdient gemacht, so. z. B. die des Leucit's, Glaschörl's, Smaragd's, Chrysoberyll's, Hyacinth's, Granit's, Olivin's, wie erwähnt, Diamantspath's, Wolfram's, silurischen Malachits, der Kupferlasur, Rothbleierzess (in welchem er gleichzeitig mit Bauquelin das Chrom erkannte), des Grünbleierzess oder phosphorsauren Bleioxyds, des Holzzinns &c.

Obgleich, wie angegeben, diese Untersuchungen in verschiedenen Journalen zerstreut sind, so hat Klaproth der Literatur noch einen besonderen Dienst

dadurch erwiesen, daß er seine Abhandlungen, so weit sie sich auf Analysen der Mineralkörper beziehen, gesammelt unter dem Titel: „Beiträge zur chemischen Kenntniß der Mineralkörper,“ in fünf Bänden (1795—1810) herausgab.

Als sechster Band schloß sich eine Zusammenstellung, unter dem Titel: „Chemische Abhandlungen gemischten Inhalts“ an. Ferner gab er mit Wolf gemeinschaftlich ein chemisches Wörterbuch in fünf Bänden, während der Jahre 1807 bis 1810, sodann, 1806—1817, des verstorbenen Gelehrten Gren's Handbuch der Chemie, in 3 Theilen, umgearbeitet heraus. Auch suchte er Werke ausländischer Literatur, durch Uebersetzung, in Deutschland bekannt zu machen. Lavoisier kann demnach als ein rühmlicher Vertreter unserer Wissenschaft, nach allen Richtungen hin, aufgeführt werden und verdient, daß ihm in der Geschichte der Chemie ein würdiger Platz eingeräumt werde. — Die Entdeckung neuer Metalle und seine vielen Mineral-Analysen werden ihn unvergeßlich machen.

Der hier gleichzeitig zu erwähnende Franzose Louis Nicolas Vauquelin, welcher um die Chemie zur Zeit sich sehr verdient machte, war der Sohn eines Landmanns zu St. André-d'Hébertot in der Normandie, welcher am 16. Mai 1763 geboren wurde. Vorgebildet widmete sich der junge Vauquelin der Pharmacie, zu welchem Behufe er zu Rouen in eine Apotheke eintrat. — 1780 ging er nach Paris und fungirte dort in Fourcroy's Laboratorium als Gehülfe. Er zeichnete sich sehr bald aus, verkündete sein Talent für die Chemie, so daß er nach kurzer Zeit dem Fourcroy als Mitarbeiter zur Seite stand, auch vortrefflich bei den Versuchen assistirte, wenn nicht überflügelte. Vauquelin erlangte durch die Vortrefflichkeit seiner chemischen Untersuchungen schon 1791 die Mitgliedschaft der Pariser Akademie und als diese 1783 aufgehoben wurde, creirte man ihn zum Vorsteher der Apotheken am Militairhospital zu Melun; aber schon 1794 kehrte er nach Paris zurück und nahm dort an der Leitung des Bergbaues Theil. Er bekleidete daselbst aber auch gleichzeitig die Professur der Chemie an der École des mines, lehrte an der polytechnischen Schule, führte die Inspection über das Probirverfahren bei der Münze und wurde im Jahre 1795 bei der Errichtung des Nationalinstituts Mitglied desselben; auch wurde er bei der Stiftung der Ehrenlegion im Jahre 1802 von Napoleon sogleich zum Mitgliede derselben ernannt.

Sein Amt als Bergbau-Inspector vertauschte er bald mit der Professur der Chemie an dem Collège de France und der Direction der neu errichteten Specialschule der Pharmacie; später aber wurde er Professor der Chemie an dem Jardin des plantes und nach seines Freundes Fourcroy's Tode erhielt er 1811 die Professur der Chemie an der medicinischen Facultät zu Paris.

Vauquelin von praktischem Sinne beseelt, förderte mit großer Vorliebe die Bereitung chemischer Präparate, so daß durch ihn die meisten Chemiker Frankreichs die schwieriger zu bereitenden Substanzen bezogen; daher fanden in seinem Laboratorium viele junge Männer Beschäftigung, welche später vortreffliche Diener der Wissenschaft waren und Vauquelin's Unterricht vielen Dank schuldeten. Im Jahre 1822 wurde er pensionirt und mithin aller seiner amtlichen Pflichten über-

hoben, aber dennoch war er stets für die Wissenschaft thätig und mehrere seiner Abhandlungen sind noch die Früchte aus den letzten Jahren seines Lebens, welches am 14—15. November 1829 in seinem Geburtsort St. André d'Hébertot durch den Tod beendet wurde. — *Vauquelin* verstand es durch seinen ausgezeichneten Charakter, in jener bewegten Zeit sich von allen Umtrieben fern zu halten, aber dennoch überall Achtung sich zu verschaffen. Seine Thätigkeit erstreckte sich über das ganze Gebiet der Chemie, und seine Untersuchungen, im Bereiche der analytischen Chemie, konnten als meisterhafte aufgestellt werden.

Vauquelin verdankte dem an der *École des mines* gleichzeitig thätigen *Hauy* sehr viel, indem derselbe ihn zur Analyse von Mineralien veranlaßte und ihn mit den erforderlichen Mineral-Individuen versah. — Dem *Hauy* mußte sehr viel daran gelegen sein, um die Beziehung der chemischen Zusammensetzung zu seinem kristallographischen System kennen zu lernen. *Vauquelin* hat sich namentlich um die Mineral-Chemie verdient gemacht; so entdeckte er z. B. in dem Rothbleierz, aus Sibiren, das Chrom und erkannte die in dem genannten Mineral enthaltene an Bleioxyd gebundene Säure, die als Sauerstoff-Verbindung des Chrommetalls zu betrachten ist. Im Jahre 1798 fand *Vauquelin* einen andern neuen Stoff in dem Verhll, die Glycinerde auf, deren Eigenthümlichkeit er durch treffende Versuche nachwies. 1797 gab er eine Arbeit über den Mann heraus, in welchem er den erforderlichen Kali-Gehalt nachwies, indem er zugleich das Verhalten der Thonerde zu verschiedenen Säuren studirte (*Annales de chimie* Bd. XXII). Er untersuchte sodann die unterschwefligsauren Verbindungen; hauptsächlich ist aber eine von ihm ausgeführte große Arbeit über die Trennungsmethoden des Platins, Palladiums, Rhodiums, Iridiums und Osmiums zu erwähnen. Auch suchte er zuerst darzuthun, daß der Schwefel sich nicht mit den Alkalien, sondern nur mit den darin enthaltenen Metallen verbindet. — *Vauquelin* war es, der, nach der Entdeckung des Chans, zuerst die Chausäure wahrnahm; ferner untersuchte er Aepfelsäure, deren Salze (1800) u. Manche Arbeiten wurden von *Vauquelin* und *Fourcroy* zusammen veröffentlicht, aber die meisten dieser Untersuchungen gehen auf die Erforschung der verschiedenen Säfte des thierischen Körpers und der Pflanzen hinaus, von denen als vorzüglich wichtig die Entdeckung der Benzoesäure im Harn der Thiere, des Harnstoffs u. zu erwähnen ist. Auch führten diese beiden Chemiker über viele organische Säuren gemeinschaftliche Arbeiten aus, und suchten ihr Vorkommen in den Pflanzen und die Art der Verbindung, in welche jene vorhanden seien, näher zu bestimmen. Sie fanden auch z. B., daß die von vielen Seiten als eigenthümlich angenommene Holzsäure eine mit brenzlichen Oelen verunreinigte Essigsäure sei. Später versuchten sie für mehre organische Säuren nachzuweisen, daß sie nur Verunreinigungen gewöhnlicher Substanzen seien; so z. B. erklärten sie 1800 die Brenzweinsäure für brenzliche Essigsäure, was jedoch später von ihnen zurückgenommen wurde; 1802 die Ameisensäure für ein Gemisch aus Essigsäure und Aepfelsäure, 1806 die Milchsäure für eine Verbindung von Essigsäure mit thierischer Materie. Ueber die Theorie der Aether-Bildung

sprachen *Bauquelin* und *Fourcroy* sich dahin aus, daß eine prädisponirende Verwandtschaft zu dem im Alkohol enthaltenen Wasser angenommen werden müsse. Uebrigens beschäftigten sie sich gemeinschaftlich auch mit der Untersuchung unorganischer Körper, so z. B. im Jahre 1797 mit der schwefligen Säure, von welcher sie zuerst viele Salze kennen lehrten. Ferner untersuchten sie im Jahre 1803 das Platin und die mit demselben vorkommenden Metalle, bei welcher Gelegenheit das Iridium und Osmium entdeckt wurde. Außerdem arbeitete *Bauquelin* noch in Gemeinschaft mit anderen Chemikern, wiewohl sein Antheil, den er an diesen Untersuchungen hatte, als überwiegend angesehen werden muß. Mit *Robiquet* zusammen entdeckte er z. B. das Asparagin, mit *Buniva* die Allantoinsäure, mit *Bouillon de la Grange* die Kampherfäure u.

Die Mannigfaltigkeit von *Bauquelin*'s Untersuchungen ist sehr groß, und es sind die Abhandlungen, in denen er dieselben beschrieben hat, in vielen Zeitschriften zerstreut, so z. B. in den *Annales de chimie et de physique*, im *Journal des mines*, *Journal de physique*, *Journal de la société des pharmaciens de Paris*, im *Bulletin de Pharmacie*, im *Journal de chimie medicale*, in den *Annales des sciences naturelles* etc.

Es mögen zum Schluß einige von *Bauquelin*'s Arbeiten hier noch specieller citirt werden: z. B. *Instruction sur la combustion des végétaux, la fabrication du salin, de la cendre gravelée* etc., (4°, *Tours* 1794, 1799 et 1803). *Experiences sur les sèves des végétaux* (8°, ebenda selbst 1798); (Auszug: *Ann. chem.* XXXI.); *Manuel de l'essayeur* etc. (8°, ebenda selbst 1812); *Nouv. edit., suivi de l'Instruction de Gay-Lussac sur l'essai des matières d'argent par la voie humide* etc. (18°, ebenda selbst 1835); *Dictionnaire de chimie et metallurgie* (6 vol 4°, ebenda selbst 1815).

Efflorescences de soude observées dans divers lieux (*Journal des mines* ebenda selbst 1794—1795); *Analyse de la Salsola soda des côtes de Cherbourg* (ebenda selbst); *Analyse de la pyrite arsénicale de Farenque* (ebenda selbst II. 1795); *Analyse du plomb rouge de Sibérie, et expériences sur le nouveau métal qu'il contient* (ebenda selbst; auch *Ann. de chimie* XXII. Entdeckung des Chroms); *Essai d'une pierre de Vulpino* (ebenda selbst); *Analyse de l'aiguemarin ou béril, et découverte d'une terre nouvelle de cette pierre* (ebenda selbst VIII 1798; auch *Ann. chim.* XXVI. Entdeckung der Beryll- oder Glycinerde).

Cours de chimie des substances, salines (*Journ. École polytechn.* I. 1794). *Des propriétés de l'acide sulfureux et de ses combinaisons avec les bases*; mit *Fourcroy* (ebenda selbst).

Mit *Fourcroy*: *Examen chimique des larmes et l'humeur des narines* (*Ann. de chim.* X., 1791). *Mém. sur les causes d'erreurs qui se trouvent dans la méthode d'essayer les salpêtres bruts par la dissolution saturée du nitre* (ebenda selbst XI. 1791); ferner *Mémoire I. et II. sur l'urine* (ebenda selbst XXXI. et XXXII, 1799; auch *Mém. de l'Inst.* VI, 1801). *Sur l'ana-*

lyse des calculs urinaires humains (ebendasselbst; auch Mém. de l'Inst. VI. 1801). Sur l'éther préparé a la manière de Mr. Dabit (ebendasselbst XXXIV. 1800). Sur l'identité des acides pyromuqueux, pyrotartreux et pyroligneux etc. (ebendasselbst XXXV. 1800). — Obs. sur la préparation de l'acide acétique retiré du bois (Mém. du Muséum d'hist. nat. II. 1815) etc.

Bauquelin und Klaproth gebührt das Verdienst, die analytische Chemie zu einer solchen Vollkommenheit gebracht zu haben, daß dadurch sogar schon die quantitative Zusammensetzung sehr complicirter Verbindungen bestimmt werden konnte; jedoch blieb es Proust vorbehalten unwiderleglich darzuthun, daß die constante chemische Zusammensetzung als eine wesentliche Bedingung jeder chemischen Verbindung betrachtet werden muß.

Joseph Louis Proust, ein ausgezeichnete Experimentator, welcher durch seine Untersuchungen im Gebiete der Chemie, einen ruhmvollen Namen in der Wissenschaft sich erworben hat, wurde im Jahre 1761 zu Angers geboren. Er legte in dem Hause seines Vaters, welcher dort als Apotheker lebte und dessen Beruf er auch ergriff, die Grundlage zu seinen chemischen Kenntnissen, und suchte sich dann zu Paris als Apothekergehülfe noch weiter auszubilden; er beschäftigte sich hier, unter Leitung von Nouelle, besonders mit Chemie; konnte aber diese interessante und nützliche Wissenschaft noch um so mehr pflegen, da ihm, nach geschehener Bewerbung, die Stelle eines Apothekers der Salpêtrière verliehen wurde; denn dieselbe vergönnte ihm hinreichende Muße für seine chemischen Studien. Uebrigens interessirte er, neben der Chemie, sich auch lebhaft für alle andern Naturwissenschaften und deren Anwendungen, so nahm er z. B. 1784 an einer Luftfahrt Theil, indem er, wie Dumas berichtet, mit Pilâtre de Rozier, in einem mit erhitzter Luft gefüllten Ballon aufstieg. Ein wenig später wurde ihm von Seiten des Königs von Spanien angeboten, die Professur der Chemie an der Artillerieschule zu Segovia zu übernehmen. Proust nahm dieses Anerbieten an; er füllte seine Stellung sehr würdig aus und widmete der spanischen Industrie große Aufmerksamkeit mit sehr gutem Erfolge. Kurze Zeit darauf soll er zu Salamanca als Professor fungirt haben und nach Madrid berufen worden sein, wo ihn der König, behufs seiner Forschungen auf das Freigebigste unterstützte, indem derselbe ihm als Eigenthum ein ausgezeichnetes Laboratorium, mit damals seltenem Luxus ausgestattet, und mit Platin-Geräthschaften in der ausgedehntesten Weise versehen, herstellen ließ. Proust gelangte durch eine solche Begünstigung sehr bald in den Besitz einer beträchtlichen Anzahl kostbarer Gegenstände aller Art, von Proben der seltensten Mineralien und organischer Stoffe, welche in Spanien selbst oder in der neuen Welt vorkommen. Ihm stand also Alles zu Gebote, was einem Chemiker nur anzuregen und anzufeuern vermochte, um die Bestrebungen in der Naturforschung zu steigern, und er wußte seiner Stellung sich sehr würdig zu zeigen, indem er, zu Madrid, die ausgezeichnetsten Forschungen von erfolgreichen Resultaten begleitet, ausführte und seine besten Abhandlungen vom Stapel ließ. Er wurde demnach, als der Förderer der Wissenschaft, des höchsten Glücks theil-

haftig; aber Fortuna wurde ihm bald abhold, das Blatt drehte sich; denn seine glänzenden Glückstage, von dem heitersten Himmel bestrahlt, verhüllten sich in einen trüben, tief dunklen Schleier, welchen die zur Zeit herbeieilende politische Katastrophe über viele tausende Glieder der menschlichen Gesellschaft ausbreitete. Denn während Proust in Familien-Angelegenheiten in sein Vaterland gerufen, sich in Frankreich befand, drang eine französische Armee in Spanien ein; es wurde Madrid besetzt und unter diesen Verhältnissen auch Proust's prachtvollcs Laboratorium, mit allen seinen Sammlungen, seinen kostbaren Schätzen zerstört, aller Habseligkeiten des würdigen Mannes beraubt, so daß er nun ganz arm, von allen Hülfsmitteln entblößt, in seinem Vaterlande dastand, so daß er einige kostbare Mineralien, welche er, zu Geschenken und Untersuchungen bestimmt, mitgenommen hatte, als einzige Hülfquelle für den Lebensunterhalt, zu verkaufen sich gezwungen sah. Er selbst soll als eine einzige Klage, welche sein trauriges Geschick ihm auspreßte, geäußert haben: „Ich war genöthigt, zu Kaufleuten die Mineralien zu tragen, welche ich zur Analyse bestimmt hatte, um Ihnen zu sagen: „*Fac, ut lapides isti panem fiant*, d. h. machet, daß diese Steine Brod werden“.

Ein solches Schicksal dieses ausgezeichneten Mannes mußte, selbst in bewegten Zeiten, Interesse erregen, und dies war wirklich in der lebhaftesten Weise der Fall. Denn, ohne daß Proust davon Kenntniffe hatte, lenkte Berthollet, sein Gegner, die Aufmerksamkeit Napoleons auf ihn und dazu kam, daß Proust den Traubenzucker entdeckte, für dessen Fabrikation im Großen der Kaiser ihm 100,000 Franken bewilligte. Indessen Proust, welcher nur der reinen Wissenschaft zu leben gewohnt war, für industrielle Bestrebungen eine Verantwortung sich nicht aufbürden wollte, weigerte sich die Offerte anzunehmen, um so mehr, da sein Gesundheitszustand auch nicht geeignet war, die Stelle eines Fabrik-Directors zu vertreten. Er zog es dagegen vor, sorgenvoll und dürftig in Zurückgezogenheit zu Craon in Mayenne zu leben, bis er endlich 1816 zum Mitglied der Pariser Akademie creirt wurde, wodurch er in den Stand gesetzt wurde, nun ruhiger, freier von Sorgen zu leben, um so mehr, als Ludwig XVIII. seine Besoldung als Akademiker durch eine Pension von 1000 Franken vergrößerte. Hierdurch vermochte er nun wieder wissenschaftlichen Forschungen zu leben, bis er im Jahre 1826, in aller Zurückgezogenheit und in Abwesenheit von Paris, zu Angers, in seinem Geburtsorte, zu einem bessern Leben abgerufen wurde.

Im Hinblick auf die mannichfaltigen Leistungen in dem Bereiche der chemischen Forschungen, bietet vorzugsweise das *Journal de Physique* (insbesondere die Jahrgänge von 1798—1809) eine beträchtliche Menge der von Proust verfaßten Abhandlungen, in denen ein Reichthum von Thatfachen und Ideen, ein scharfes Urtheil sich ausspricht.

Proust war es vorbehalten, zu erkennen, daß, wie schon früher angedeutet, die constante Zusammensetzung als ein wesentliches Bedingniß jeder chemischen Verbindung zu betrachten sei. Ihm waren in der That, wie seine Arbeiten bezeugen, die nöthigen Belege gegeben, um das Gesetz der bestimmten Proportionen zu erkennen

aber dennoch war die Entdeckung ihm nicht vergönnt und dies kam daher, weil er, anstatt seine analytischen Resultate dadurch zu begründen, daß er das Gewicht der angewandten Substanz als constante Zahl nahm, als solche das Gewicht des einen oder anderen Bestandtheils hätte wählen müssen. Hätte er dies gethan, so würden die aus seinen Analysen abgeleiteten Verhältnisse ihn zur Kenntniß des Gesetzes der Aequivalente und desjenigen der multiplen Proportionen geführt haben. Indessen Proust hätte Vergleiche anstellen müssen, damit ihm die natürlichen Zahlen-Verhältnisse nicht verborgen blieben. Wenn Proust, anstatt der genetischen Zusammensetzung, die Quantität des Sauerstoffs (oder überhaupt eines Oxygenoids) angegeben hätte, welche mit den Metallen zu einem Oxyd verbunden ist, so würde er bei verschiedenen Oxydationsstufen, z. B. bei einem Oxydul und Oxyd eines und desselben Metalls im letzteren Falle die doppelte Menge des Sauerstoffs beobachtet haben. Dennoch ist und bleibt die Erkennung der constanten Zusammensetzung einer chemischen Verbindung von Seiten Proust's eine sehr große Wichtigkeit für die Wissenschaft, und wird auch das gesetzte Denkmal in Erinnerung erhalten.

Uebrigens hat Proust sich nicht allein hierdurch verdient gemacht, sondern seine Forschungen über die constante Zusammensetzung der chemischen Verbindungen im Allgemeinen, über die Oxyde und Schwefelungsstufen, reiheten sich an seine Arbeiten über einzelne Metalle, z. B. über das Zinn, Kupfer, Eisen, Nickel, Antimon, Silber, Gold, Quecksilber etc. Die Resultate, welche er durch Untersuchung von Mineralien erzielt hatte, übten dagegen einen weit geringeren Einfluß auf die Wissenschaft aus. Außerdem wandte Proust aber auch der organischen Chemie seine Aufmerksamkeit zu; so untersuchte er auch Salze der Metalle, in denen eine organische Säure enthalten war, z. B. die Verbindungen des Kupfers mit der Essigsäure; er lehrte ferner den Traubenzucker von dem gewöhnlichen Rohrzucker unterscheiden, lehrte viele Verbindungen der Blausäure kennen, entdeckte im Käse mehrere besondere Substanzen, so z. B. das Käsoxyd, lieferte Arbeiten über den Harnstoff, das Ferment, den Kleber, den Harn. Kurz die Wissenschaft hat Vieles ihm zu verdanken. Seine literarische Leistungen finden sich, wie erwähnt, hauptsächlich im *Journal de Physique*, wiewohl auch mehre Aufsätze in den *Annales de Chimie et de Physique* veröffentlicht wurden.

Obwohl schon früher und zwar, wie entwickelt, von Bergman's Zeiten an, die quantitative Zusammensetzung zu ermitteln versucht worden war und für viele Verbindungen die organische Zusammensetzung bekannt war, so gebührt doch Proust die Ehre, eine constante chemische Zusammensetzung für viele Oxyde und Schwefelungsstufen ein numerisches Verhältniß aufgestellt zu haben.

Proust, so wie auch seine Vorgänger haben die Zusammensetzung der Verbindungen in der Weise bestimmt, daß sie suchten, wie viel von jedem Bestandtheil in einer bestimmten Gewichtsmenge enthalten sei. Sie bezogen sämmtlich das Gewicht der Bestandtheile stets auf die Verbindung, welche gebildet wird; aber neue Entdeckungen wurden zu Tage gefördert, als man die Gewichtsmengen der Bestandtheile, welche Verbindungen bilden können, unter sich auf einander bezog.

In sofern wachte aber auch Deutschland auf, und es waren zur Zeit in unserem herrlichen, leider gegenwärtig noch durch den Particularismus zu sehr verkümmerten gemeinschaftlichen Vaterlande, glanzvolle Arbeiten ausgeführt worden, freilich zu einer Zeit, wo Untersuchungen, die eine monographische Bestrebung hatten, eine allgemeine Geltung sich nicht verschaffen konnten. Zu dieser Zeit, wo ein sehr hitziger Streit zwischen den Anhängern der phlogistischen und antiphlogistischen Theorie stattfand, erhoben sich zwei deutsche Chemiker Wenzel und Richter und legten den Grund zur Stöchiometrie (von *στοιχείον* Stoff und *μετρεῖν* messen), zur sogenannten Stoffmessung oder der mathematischen Chemie. Zwar wurden die Arbeiten dieser beiden Gelehrten nicht sogleich in ihrer gehörigen Bedeutung aufgefaßt, sondern erst lange nach der Zeit ihrer Schöpfung einer gehörigen Würdigung unterzogen, bis namentlich Dalton's Entdeckungen erweitert und gehörig beleuchtet wurden.

Wenzel und Richter haben für die allgemeine Geschichte der Chemie keine große Bedeutung, aber wohl speciell für die Stöchiometrie, weshalb immerhin diesen Chemikern ein großes Verdienst gebührt. Wenzel hatte im Jahre 1777 für die Fortdauer, nach der gegenseitigen Zersetzung zweier neutralen Salze, in dem Umstand die Erklärung gefunden, daß diejenigen Quantitäten verschiedener Basen, welche eine bestimmte Gewichtsmenge einer Säure neutralisiren, auch eine und dieselbe Quantität jeder andern Säure neutralisiren; daß also das Verhältniß der Gewichtsmenge zweier Basen, welche dieselbe Menge Säure neutralisiren, constant bleibt, die Säure möge sein welche sie wolle, und daß umgekehrt für je zwei Säuren in Beziehung zu den verschiedenen Basen ganz dasselbe stattfindet.

Richter widmete, von 1792 an, sich eben demselben Gegenstande; er machte Anwendung von der durch Wenzel aufgefundenen Gesetzmäßigkeit, indem er darthat, daß hiernach die genaue Analyse aller neutralen Salze einer Säure und je eines Salzes jeder anderen Säure ausreicht, um die Zusammensetzung aller Salze, welche irgend durch Vereinigung dieser Säuren mit den Basen gebildet werden können, zu berechnen. Er bewies ferner, daß man den Säuren und Basen Zahlen beilegen kann, welche dann sogleich die Gewichts-Verhältnisse angeben, in denen sie sich zu neutralen Salzen verbinden; er stellte solche Mischungsgewichtszahlen für Säuren und Basen auf und führte für diese beiden Klassen von Verbindungen den Begriff der Äquivalentzahlen ein. (Siehe Specielleres im 2. Theile). Dennoch mußte erst Dalton diesen Forschungen die gebührende Bedeutung beizulegen wissen, wie es auch in der That geschah.

John Dalton wurde im Jahre 1766 zu Eaglesfield, bei Cudermouth in Cumberland, wo sein Vater ein kleines Gut besaß, geboren. Der erste Unterricht wurde ihm in einer benachbarten Schule ertheilt, aber schon in seinem dreizehnten Lebensjahre trat er selbst in seinem Geburtsorte als Lehrer auf und ertheilte daselbst zwei Jahre hindurch Unterricht, während er auf der anderen Seite, in seinen freien Stunden, seinen Vater bei dessen landwirthschaftlichen Arbeiten, unterstützte. Im Jahre 1781 kam Dalton nach Kendal in Westmoreland, wo ihm für seine Ausbildung mehr Gelegenheit geboten wurde. Ein Vetter Dalton's

hatte dort ein Pensionat, welches er später übernahm, und in diesen Verhältnissen begann er sich mit eigenen Untersuchungen zu beschäftigen; er gab Mehres über mathematische Gegenstände heraus und unternahm zugleich eine lange fortgesetzte Reihe meteorologischer Beobachtungen. 1793 vertauschte er seine Stellung zu Kendal mit einer Lehrerstelle zu Manchester, wo er an dem dortigen Collegium Mathematik und Naturwissenschaften vortrug. Als jedoch sechs Jahre später diese Anstalt von Manchester weg verlegt wurde, verweilte er ferner in dieser Stadt und hielt daselbst über die genannten Disciplinen Privat-Vorträge. Durch seine Untersuchungen im Gebiete der Physik und Chemie, mit denen er sich in Manchester noch eifriger als je beschäftigte, und durch seine Entdeckungen, erwarb er sich bald, sowohl in England, als auch auf dem Continent, überhaupt außerhalb England, einen bedeutenden Ruf. Trotzdem behauptete Dalton eine beständige Bescheidenheit und beschränkte er sich darauf, in verschiedenen Städten Englands Vorlesungen über Chemie zu halten. Er trachtete weder nach dem Besitz irdischer Güter, noch nach äußerer Anerkennung und Ehrenbezeugung, weshalb er auch seine Lebensweise nicht im Geringsten änderte. In Anerkennung seiner Forschungen und Entdeckungen, wurde er im Jahre 1822 zum Mitgliede der Royal Society zu London creirt, 1817 zum Präsidenten der Literary and Philosophical Society zu Manchester ausersehen, deren thätiges Mitglied er schon von 1794 an war. Auch die Pariser Academie ließ seinen außerordentlichen Leistungen Anerkennung zu Theil werden, indem sie ihn zum correspondirenden Mitgliede ernannte und bald noch mehr durch die Wahl zum auswärtigen Mitgliede auszeichnete und so folgten auch andere gelehrte Gesellschaften diesem Beispiele. Auch in England und Schottland blieb die gebührende Würdigung dieses Nestors der damaligen Chemiker nicht aus; man bestrebte sich vielmehr von verschiedenen Seiten und selbst von oben herab, dem ausgezeichneten Manne Anerkennung von verschiedener Art an den Tag zu legen und zu Theil werden zu lassen, überreichte ihm sogar Medaillen und Ehrendiplome; kurz man suchte ihn von verschiedenen Seiten zu feiern, wie er es wirklich in hohem Grade verdiente. Seine chemischen Leistungen haben einen wesentlichen Einfluß auf die Chemie ausgeübt und vor Allem sind wir seinen Bemühungen für die ersten Grundlagen eines vollständigen Systems der Aequivalente oder chemischen Proportionen vielen Dank schuldig, um so mehr, da er gleichzeitig die atomistische Theorie entwickelte. Seine ersten Arbeiten über diesen Gegenstand, veröffentlichte er im Jahre 1807, als er den ersten Band seines Werkes: „New system of chemical philosophy“ herausgab, welches als ein vortreffliches Buch von Fr. Wolf in's Deutsche übersetzt wurde, und unter dem Titel: „Ein neues System des chemischen Theils der Naturwissenschaft von John Dalton“ zu Berlin 1812 in 2 Bänden erschien.

In diesem Werke begründete Dalton, — denn Wenzel's und Richter's Darlegungen, über die quantitativen Verhältnisse, wurden zur Zeit sehr wenig beachtet, — auf eine herrliche Weise das Gesetz der multiplen Proportionen. Er machte nämlich zunächst eine eigenthümliche Beobachtung, daß, wenn eine bestimmte Menge eines Körpers mit verschiedenen Mengen einer zweiten Substanz sich ver-

einigt, diese letzten Quantitäten unter einander in einfachen Verhältnissen stehen. Er betrachtete die Elemente als aus gleichartigen Atomen bestehend, deren Gewicht für die verschiedenen Elemente verschieden ist; er betrachtete ferner die chemische Verbindung als auf einer innigen Vereinigung weniger Atome der beiden Bestandtheile zu einem Atom der Verbindung beruhend, so daß z. B. ein Atom des einen Bestandtheils mit einem oder zwei Atomen des andern sich vereinigt, wodurch das Gesetz der multiplen Proportionen ausgesprochen wurde. Bezeichnet man z. B. den einen Körper mit R und das Gewicht des zweiten mit S ., welches sich mit der Quantität R verbindet, um eine Verbindung $R + S$ zu bilden, so können nach diesem Gesetz bekanntlich die übrigen Verbindungen beider Körper durch $R + 2 S$, $R + 3 S$ u. oder durch $2 R + S$, $3 R + S$ u. ausgedrückt werden. Dalton bestimmte ferner auch das relative Gewicht für die Atome der Elemente, als durch die Gewichtsverhältnisse ausgedrückt, in denen sie sich zu solchen Verbindungen vereinigen. Er entdeckte sodann auch, als Folgerung seiner theoretischen Betrachtungen, daß das Atomgewicht einer Verbindung der Summe der darin enthaltenen Atomgewichte der Bestandtheile gleich ist.

Hierdurch hat Dalton in der That die Grundlage für unsere heutigen Ansichten gelegt. Gebührt auch Richter die erste Auffassung des Begriffs: „chemisches Äquivalent“, so war doch Dalton der erste, welcher jenen Begriff von der beschränkten Klasse der Säuren und der Basen auf alle Körper, namentlich auf die Elemente, übertrug, und ihm dadurch erst seinen allgemeinen Werth unterlegte. Jedenfalls ist die hochwichtige Entdeckung der multiplen Proportionen und die Bestimmung, daß das Atomgewicht einer Verbindung durch die Summe der Atomgewichte gegeben ist, lediglich Dalton zuzuschreiben. Dalton war der erste, welcher die chemischen Verbindungen, durch ein Aneinanderlegen von Atomen heterogener Körper entstanden, betrachtete. Durch Vereinigung heterogener Atome bilden sich nach ihm neue zusammengesetzte Atome oder Atomgruppen, wonach die chemische Verbindung, rücksichtlich ihrer atomistischen Constitution, als eine Aneinanderlegung heterogener Atome anzusehen ist, unter denen die Affinität ihre Wirkung geltend macht.

Dalton gebührt die Ehre, aus allen bis zu seiner Zeit bekannt gewordenen Analysen allgemeine Resultate gezogen zu haben und die Gewichts-Verhältnisse vieler Verbindungen, welche für alle seine Vorgänger noch ganz empirische Zahlen waren, als die nothwendigen Folgen eines allgemeinen höchst wichtigen Gesetzes hinzustellen, nach welchem die Constitution einer Verbindung durch die einfachsten Ausdrücke verkündet, aber auch für die Analyse eine zuverlässige Controle geboten wird. Dalton hat uns zuerst gelehrt, daß wenn dem Chemiker die Atomgewichte (oder die Äquivalentzahlen) der Elemente genau bekannt sind, er durch ausgeführte Analysen chemischer Verbindungen, die Zusammensetzung derselben genau zu ermitteln im Stande ist.

Durch diese von außerordentlicher bis auf den heutigen Tag und bis in eine unabsehbare Zukunft ausgedehnter Tragweite begleiteten Entdeckungen, werden zwar die übrigen Leistungen Dalton's verdunkelt, aber es darf nicht unerwähnt bleiben, daß dieser hochverdiente Mann, dessen Name in der Geschichte der Wissenschaft un-

sterblich sein wird, auch in anderer Beziehung auf dem Gebiete der Naturwissenschaften ersprießliche Früchte seiner Forschungen zu Tage förderte; wenigstens haben die Chemie und Physik die eclatantesten Beweise geliefert; so z. B. seine Untersuchungen über die Eigenschaft des Wassers, verschiedene Gase zu absorbiren*), über die Verbindungen des Kohlenstoffs mit Wasserstoff und das Kohlenoxydgas**), über die Verbindungen des Stickstoffs mit Sauerstoff***), über Eudiometrie u. Ferner versuchte Dalton rationelle chemische Zeichen einzuführen, um über ihre atomistische Constitution eine deutliche Anschauung zu erhalten u.

Dalton's Abhandlungen sind meistens in den *Mémoires of the Literary and philosophical Society of Manchester* erschienen; die *Philosophical Transactions* für 1826 und 1828 enthalten dagegen nur wenige Aufsätze von ihm und diese haben auf die Chemie keinen Bezug. Mehrere Abhandlungen finden sich aber auch in *Nicholson's Philosophical Journal*, in *Thomson's* (von 1843—1820 herausgegebenen) *Annals of Philosophy*, außerdem auch in *Philipp's Journal*.

Nicht außer Acht zu lassen ist aber auch, daß Dalton die Physik durch Resultate seiner Forschungen bereicherte, wofür seine Arbeiten über die gleichmäßige Ausdehnung der verschiedenen Gase, auch seine Untersuchungen über die Verdampfung und über das Verhalten gemischter Gase, über die Elasticität der Dämpfe u. sprechen. Unter seinen selbständigen Werken steht das bereits citirte Werk: „*A new System of chemical Philosophy*“ oben an und hat dieses allein eine Bedeutung für unsere Wissenschaft; jedoch mag nicht unerwähnt bleiben, daß Dalton *meteorological Observations and Essays* und eine englische Schulgrammatik herausgab.

Dalton's Untersuchungen und die Resultate derselben eröffnen für einen berühmten französischen Chemiker das Feld einer Besprechung und Würdigung, nämlich Joseph Louis Gay-Lussac, ein ebenfalls bedeutender Chemiker, welcher 1778 zu Saint Leonard im Departement der Obervienne geboren worden ist. Derselbe machte seine Studien zu Paris in der polytechnischen Schule, führte aber schon als Eleve dieses Instituts gemeinschaftlich mit Berthollet seine ersten Untersuchungen aus. Im Jahre 1802 wurde er Eleve Ingenieur an der *École nationale des Ponts et de Chaussiers* und machte sich bald durch seine ausgezeichneten physikalischen und chemischen Arbeiten berühmt. Im Jahre 1804 machte er mit Biot eine Luftfahrt, welche sehr bald wiederholt wurde. 1806 creirte man ihn zum Professor der Chemie an der *École polytechnique*; später erhielt er auch den Lehrstuhl der Physik an der *Faculté des Sciences* der Pariser Universität und 1832 die Professur der Chemie an dem naturhistorischen Museum. Außerdem bekleidete er die Stelle eines Probirers an dem *Bureau de Garantie* zu Paris und übte als Mitglied vieler amtlichen Commissionen manchen nützlichen Einfluß aus und wurde sogar später zum Pair ernannt. Gay-Lussac zeichnete sich vor-

*) *Memory Manchester New. Ser. I. 1803.*

**) Ebendasselbst IV. 1824.

***) *Thomson Annals of Phil. IX. et. X. 1817.*

zugswise durch seine Arbeiten über die Verbindungen der Gase aus; in den Abhandlungen über seine Untersuchungen wurde schon das Volum-Verhältniß zu ermitteln gesucht, in welchem Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser sich vereinigen. Berthollet hatte das Volumverhältniß erforscht, in welchem Wasserstoff und Stickstoff als Zersetzungsprouducte des Ammoniaks sich vorfinden, und die erzielten Resultate kommen der Wahrheit in vielen Fällen sehr nahe, aber bis dahin war es nicht einem einzigen Chemiker gelungen, die Entdeckung sich klar zu machen, daß die Gase in einfachen Verhältnissen mit einander sich vereinigen. Gay-Lussac fand im Jahre 1805 in Gemeinschaft mit Humboldt *), daß Wasser durch Verbindung von 1 Volum Sauerstoffgas mit 2 Volumen Wasserstoffgas sich bildet, und dieses einfache Verhältniß fand er später bei den Verbindungen aller Gasarten bestätigt. Im Jahre 1809 zeigte er, daß die Vereinigung zweier Gase stets in der Weise erfolgt, daß die in Verbindung tretenden Volumina derselben in einfachen Verhältnissen, 1 zu 1, 1 zu 2 oder 3, oder 2 zu 3 u. s. w. zu einander stehen, daß also, wenn zwei Gase in einfachen Verhältnissen sich verbinden, auch die verschiedenen Volumina des einen, welche sich mit einem constanten Volumen des andern verbinden, unter sich in einfachen Verhältnissen stehen. Hierzu kam aber auch noch die Entdeckung, daß, wenn die entstehende Verbindung eine gasförmige ist, auch ihr Volumen in einem Verhältniß zu der Summe der Volumina der in ihr enthaltenen Bestandtheile steht.

Durch diese Entdeckungen Gay-Lussac's wurden die Grundlehren der theoretischen Chemie in mehrfacher Weise befestigt; sie lieferten eine Entscheidung für die Frage, ob die chemischen Verbindungen in nur wenigen constanten oder in allmählig sich ändernden Mengen-Verhältnissen der Bestandtheile stattfinden können. Die Untersuchungen Gay-Lussac's hatten für die gasförmigen Verbindungen eine solche Bedeutung, wie die Proust's für andere Verbindungen. Sie unterstützten Dalton's Ansichten und es wahrte nicht sehr lange, daß man erkannte, daß gleiche Volumina auch gleichviel Atome verschließen müssen, oder daß vielmehr die genaue Bestimmung der Dichtigkeit für die gasförmigen Elemente zur Kenntniß ihrer Atomgewichte führet. Hierdurch gewann aber auch die Bestimmung des specifischen Gewichts für die Chemie an Wichtigkeit und Bedeutung; sie lehrte die Zusammensetzung nach Volumina kennen und die ganze Lehre vom specifischen Gewicht erhielt durch Gay-Lussac's Untersuchungen eine sichere Grundlage. Gay-Lussac's Arbeiten über die Ausdehnung vieler Gase durch die Wärme, über die Dichtigkeit verschiedener Dämpfe, über die Ausdehnung der flüssigen Körper, begründeten seinen Ruf als den eines ausgezeichneten Physikers. Er machte sich namentlich auch um die Wärme-Lehre sehr verdient und es könnten noch andere Leistungen aufgeführt werden, wenn nicht der vorliegende Zweck geböte, hauptsächlich der chemischen Productionen hier zu gedenken. Die Wichtigkeit seiner Untersuchungen über das Verbindungs-Verhältniß der Gase nimmt den ersten Rang ein; ferner sind namentlich diejenigen über die Verbindungen des Schwefels und dessen Säuren,

*) Journal de Physique LX. 1805.

über den Schwefelwasserstoff und die Schwefelleber zu erwähnen; aber es darf auch nicht vergessen werden, daß Gay-Lussac die Oxydationsstufen des Stickstoffs genau bestimmte. Im Jahre 1814 gelang es ihm die wässerige Chlorsäure abzuscheiden. Ueberhaupt ist die Anzahl seiner Forschungen eine sehr mannichfaltige und es wird uns die Geschichte der einzelnen chemischen Stoffe hierüber genauer belehren, wiewohl noch hervorzuheben ist, daß Gay-Lussac seine erzielten Resultate auch für die Industrie nutzbar zu machen suchte; so z. B. übten seine Anleitungen zur Analyse des Schießpulvers, zur Silberprobe, zur Bestimmung des Gehalts an wirksamen Bestandtheilen im Chlorkalk*), in der Potasche**), der Soda, dem Borax***) u. s. w. einen sehr großen Einfluß auf die Fortschritte der Technik aus. Auch in der organischen Chemie leistete Gay-Lussac das Seinige, wenn auch nicht von solcher Bedeutung und Ausdehnung, wie in der anorganischen Chemie. Seine Arbeit über das Cyan†) und dessen Verbindungen war indessen sehr reich an günstigen Erfolgen für die Wissenschaft. Ferner sind seine Untersuchungen über die Gährung (seit 1810), über die Aetherbildung, die Entdeckung des Jodwasserstoffäthers (1814), die Arbeiten über die Schwefelweinsäure (1820) über die Traubensäure u. immerhin erwähnenswerth und von einer nicht geringen Tragweite gewesen. Manche Untersuchungen wurden durch Gay-Lussac auch gemeinschaftlich mit anderen Chemikern ausgeführt, sowie z. B. die Arbeit mit Humboldt, welche bereits erwähnt worden ist. Außerdem arbeitete er aber auch mit Thénard über die wichtigsten Gegenstände der Chemie und ihre Arbeiten wurden zunächst durch die elektrochemische Richtung veranlaßt. Mit Welter zusammen entdeckte und untersuchte er die Unterschwefelsäure, mit Liebig 1824 die Knallsäure.

Gay-Lussac zeichnete sich durch einen außerordentlichen Scharfsinn aus, und in seinen Arbeiten herrscht eine große Deutlichkeit; sowohl seine Abhandlungen, als auch seine selbständigen Werke gehören zu den schönsten Zierden der chemischen Literatur. Seine Abhandlungen veröffentlichte er namentlich im Bulletin de la société philomatique, in den Annales de Chimie, von 1802 an; in den Annales de Chimie et de Physique, welche er seit 1806 mit Arago gemeinschaftlich, seit 1841 mit Zuziehung noch einiger anderen Gelehrten redigirte, ferner sind auch in den Schriften der Pariser Akademie namentlich in den (seit 1835 erscheinenden) Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des sciences verschiedene Abhandlungen erschienen, wenige dagegen in dem Journal de Physique, de Pharmacie, Journal de chimie médicale etc. Er war eins der thätigsten Mitglieder der Société d'Arcueil und lieferte in die Mémoires derselben vorzügliche Aufsätze. Als selbständige Werke verdienen die mit Humboldt 1804 herausgegebenen Mémoires sur l'analyse de l'air atmosphérique, und die von ihm und Thénard gemeinschaftlichen Recherches physico-chymiques

*) Ann. de Chim. et de Physique LX. 1835;

**) ebendasselbst XXXIX. 1828.

***) Ann. de Chim. LXV. 1808.

†) Ann. Chim. XCV. 1815.

(1811) erwähnt zu werden. Auch in Folge amtlichen Auftrags, hat Gay-Lussac verschiedene Schriften publicirt, so z. B. 1824 seine *Instruction pour l'usage de l'alcolomètre centesimal etc.*; 1832 seine *Instruction sur l'essai des matières d'argent par la voie humide* (1833 in's Deutsche übersetzt). Von seinen Vorlesungen sind einzelne durch seine Schüler herausgegeben worden, so z. B. *Cours de Chimie, contenant l'histoire des sels, la chimie végétale et animale* (1828). — Gay-Lussac unterlag dem Tode zu Paris am 9. Mai 1850.

Gay-Lussac's segensreichen Forschungen und Entdeckungen, besonders hinsichtlich der Verbindungsverhältnisse, haben neben Dalton's Entdeckungen über die Atomen-Constitution den Fortschritten der Chemie zur Zeit einen neuen Impuls verliehen, der bis auf die Gegenwart für die quantitativen Bestrebungen nachhaltig gewirkt hat. Aber auch die zur Zeit immer mehr angebahnte elektrochemische Theorie, für welche, wie erwähnt, ja auch Gay-Lussac wirkte, übte auf die Affinitätslehre und auf die Erkenntniß einzelner Substanzen einen bedeutungsvollen Einfluß aus, worüber der specielle Theil ausführlicher belehren wird. War bis dahin auch schon Manches für die elektrochemische Richtung geschehen, hatten auch bereits Carlisle und Nicholson am 30. April 1800 die chemische Wirkung der galvanischen Säule auf das Wasser, durch Zerlegung desselben in seine Bestandtheile: Wasserstoff und Sauerstoff, beobachtet, so war es doch Davy, der berühmte englische Chemiker, welcher durch seine Arbeiten eine sichere Grundlage für die elektrochemische Theorie legte.

Humphry Davy wurde im Jahre 1778 zu Penzance in Cornwall geboren. Sein Vater war ein unbeachteter Künstler, welcher sich durch die Anfertigung von Holzschnitten ernährte. Davy selbst wurde frühzeitig in seinem Geburtsort als Lehrling (1795) bei einem Chirurgen untergebracht, welcher zugleich Arzneien zubereitete, auch Apotheker war. Bei diesem Berufe entwickelten sich seine Neigungen zu wissenschaftlichen Beschäftigungen und namentlich besiegte ihn außerordentliche Neigung für die Chemie. Er bestrebte sich, privatim sich in den Naturwissenschaften und den Sprachen auszubilden, erwarb sich Freunde, die ihm eine angemessene Stelle zu verschaffen bemüht waren, und eine solche Stelle erlangte er an einer Anstalt, Dr. Beddoes Pneumatic Institution genannt, zu Clifton bei Bristol (im Jahre 1798), in welcher die damals erst kurz zuvor entdeckten künstlichen Gase auf ihre Heilkraft geprüft werden sollten. Davy übernahm an dieser Anstalt die Function eines Chemikers und fand nun Gelegenheit, über verschiedene Gase Untersuchungen anzustellen. Hierdurch und namentlich durch seine Forschungen über das Stickstoffoxydul, dessen berauschende Eigenschaften er wahrnahm, erregte Davy die Aufmerksamkeit des wissenschaftlichen Publicums, wovon die Folge war, daß Davy an das damals eingerichtete Colleg. die Royal Institution als Professor der Chemie berufen und zum Mitglied der königlichen Gesellschaft erwählt wurde. Seine Vorträge fanden in dem erwähnten Colleg außerordentlichen Beifall, und da er auch gleichzeitig Vorträge im Board of Agriculture hielt, so wurde er durch jene veranlaßt, sein chemisches Auge der Agri-

cultur zuzuwenden. Seine wissenschaftliche Thätigkeit dehnte sich überhaupt immer mehr aus, wodurch auch sein Ruf sich steigerte, so daß er 1811 in den Ritterstand und 1812 in den eines Freiherrn erhoben, d. h. zum Baron ernannt wurde. — Im Jahre 1813 legte Davy seine Professur der Chemie nieder, verließ England und hielt sich hauptsächlich in Frankreich und Italien auf. Während seines zweijährigen Aufenthaltes (von 1818—1820) in dem zuletzt genannten Lande boten ihm Antiquitäten Veranlassung zu verschiedenen Untersuchungen so z. B. über die an diesen aufgefundenen Malerfarben u. s. w. Anno 1820 wurde ihm die Erhebung zum Präsidenten der Royal Society zu Theil und er kehrte dann wieder nach England zurück, wiewohl er den Aufenthalt in seinem Vaterlande durch Ausflüge, z. B. nach Norwegen, unterbrach.

Seine immer mehr geschwächte Gesundheit veranlaßte ihn indessen, seine Präsidenschaft niederzulegen und Kräftigung in südlichen Gegenden zu suchen, weshalb er sich nach Steiermark und Rom begab, aber leider fand er auch dort die gehoffte Stärkung nicht, und es waren ihm seine irdischen Tage sehr bald zugemessen; denn im Jahre 1829 erkrankte er in Rom sehr bedenklich, so daß er, aus Sehnsucht nach seinem Vaterlande, in dasselbe zurückzukehren sich entschloß, und auch seine Reise schon bald antrat; jedoch war es ihm nicht vergönnt, seinen Wunsch erfüllt zu sehen; schon in Genf mußte Davy, eine der größten Koryphäen unserer Wissenschaft, sowohl einer der eminentesten Fach-Gelehrten, als auch überhaupt ein genialer Mann, seinen Forschungen in der großen herrlichen Natur für immer entsagen, vielmehr am 29. Mai 1829 einem höheren Rufe in das Jenseits folgen.

Davy's Forschungen bezogen sich fast sämmtlich auf elektrochemische Thätigkeiten und Wirkungen, womit sich zu beschäftigen er schon im Jahre 1800 begonnen hatte, obgleich erst in den Jahren 1806 und 1807 seine größeren Arbeiten, über diesen Gegenstand, welche viele bedeutende Entdeckungen nach sich zogen, publicirt wurden.

Wie angedeutet, war bereits das Wasser durch den galvanischen Strom in seine beiden Bestandtheile, Sauerstoff und Wasserstoff, zerlegt worden, und Davy richtete zunächst sein Augenmerk auf die bei jener Zerlegung gemachten Beobachtungen. Diese sprachen sich dahin aus, daß auf der Seite, am positiven Pol der Leitungsdrähte (Elektroden) der Säule, wo sich das Sauerstoffgas entwickelte, eine Säure, und auf derjenigen, wo das Wasserstoffgas frei wurde, eine Basis auftrat. Dieser Umstand hatte dazu Veranlassung gegeben, daß man die erhaltenen Resultate dadurch erklären wollte, daß das Wasser sich in eine Säure und eine Basis verwandeln könne. Davy versuchte daher diese verwickelte Frage zur Erörterung zu bringen. Seine Bemühungen wurden mit Erfolg gekrönt, indem er in höchst scharfsinniger und ausdauernder Weise sehr gründliche Vorsichtsmaßregeln anwandte. *)

Bei der Ausführung seiner ersten Versuche stieß Davy fortwährend auf dieselbe Säure und Base, namentlich Chlornasserstoffsäure und Natron. Eine Verbindung dieser beiden Substanzen würde Chlornatrium gewesen sein.

*) Philosophical Transactions 1808.

Dieses Salz war vorhanden und mußte zerlegt worden sein. Davy erkannte wirklich in dem Glase der angewendeten Gefäße die Gegenwart kleiner Mengen Chlornatriums, welche zur Erklärung der von ihm beobachteten Chlornasserstoffsäure und des Natrons genüßten; trotz der Macht anderer Gefäße (z. B. von Achat) fand der elektrische Strom zu zerlegenden Körper vor, so daß Davy sich für Metallgefäße und namentlich für goldene Gefäße entschied. Aber dennoch nahm Davy eine Säure am positiven Pole und eine Base am negativen Pole wahr; jedoch nicht Chlornasserstoffsäure und Natron, sondern Salpetersäure und Ammoniak, also Körper, in denen die Elemente der Luft und des Wassers enthalten sind. Da nun diese Erzeugung constant, aber ihre Menge sehr gering ist, so gelangte Davy zu der Ansicht, daß das Wasser, und die darin aufgelöste Luft gemeinschaftlich zur Bildung desselben beigetragen haben müßten. Mithin war die Frage in der Weise gelöst, daß reines Wasser, durch die Wirkung des elektrischen Stromes nun in Sauerstoff und Wasserstoff zerfällt, oder nur diese beiden Gase als Zerlegungsproducte liefert, wogegen die anderen Körper nur in Folge der Verunreinigungen des Wassers durch Salze, oder der darin vorhandenen Luft auftreten. Davy hatte durch diese rationelle Erklärung und an Folgen reichen Entdeckung die Grundlage zu seinem unsterblichen Ruhm gelegt, und trotz der damaligen großen Fehde zwischen England und Frankreich, wurde dem ausgezeichneten Davy der von Napoleon für die beste Arbeit über den Galvanismus ausgesetzte Preis zuerkannt.

Davy wurde durch die gemachten Wahrnehmungen veranlaßt, die Wirkung des elektrischen Stromes weiter zu prüfen; denn da schon die ihm zu Gebote stehende galvanische Säule nicht allein Wasser zerlegte, sondern auch Stickstoff und Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff zu vereinigen, sowie das im Wasser enthaltene Chlornatrium zu zerlegen vermochte, so glaubte er mit Hülfe einer starken Säule, eines kräftigen Apparates noch Bedeutenderes leisten, ja wohl gar alle Körper zerlegen zu können. Er verfolgte sein Ziel mit Eifer und erreichte dieses, durch Anschaffung und Anwendung mehrerer kräftigen Apparate, auf eine glanzvolle Weise. Er ließ den galvanischen Strom auf zusammengesetzte Körper einwirken und es gelang ihm zuerst, im Jahre 1807, aus den feuerbeständigen Alkalien Kali und Natron, die darin enthaltenen metallischen Grundlagen abzuscheiden, d. h. das Kali in Kalium und Sauerstoff, das Natrum in Natrium und Sauerstoff zu zerlegen. Er erhielt diese Metalle, wenn auch in geringer Menge, am negativen Pole ausgeschieden, (während der Sauerstoff am positiven Pole aufstieg) und bewies dadurch, daß jene Alkalien, Dryde darstellbarer Metalle sind, und untersuchte die Eigenschaften dieser letzteren sehr genau. Schon in dem folgenden Jahre stellte er gleiche Versuche mit den alkalischen Erden an, und es gelang ihm die Baryterde, den Strontian, die Kalkerde und die Talkerde, auf galvanischem Wege, in Barium, Strontium, Calcium, Magnesiummetall und in Sauerstoff zu zerlegen.*)

Durch die Entdeckung dieser metallischen Grundlagen, hauptsächlich der Alk-

*) Phil. Transactions 1810.

alkalien wurde sowohl der elektrochemischen Theorie ein sicherer Anhaltspunkt und Ausgangspunkt geboten, eine thatsächliche Begründung für weitere Schlußfolgerungen verliehen; aber jene abgeschiedenen Metalle gewannen auch, wegen ihrer großen Affinität zum Sauerstoff eine wichtige Bedeutung als Zersetzungsmittel oder Reductionsmittel.

Ferner lehrte der durch diese Entdeckungen und Aufklärungen so ruhmvoll gewordene Davy auch die Natur des Chlors, welches bis dahin noch immerhin für eine Verbindung von Salzsäure mit Sauerstoff gehalten worden war, näher kennen.

Davy hatte bereits in demselben Jahre, als er die alkalischen Erden auf galvanischem Wege zerlegte, dargethan, daß Kalium in Salzsäuregas, unter Abscheidung von Wasserstoff, in salzsaures Kali (d. h. Chlorkalium) umgewandelt wird, aber er fand von Seiten seiner Fachgenossen, den französischen Chemikern Gay-Lussac und Thénard seine Ansichten bezweifelt. Davy setzte jedoch seine Untersuchungen über das Chlor fort, bewies ihnen, daß durch die Annahme des Chlors als einfachen Körper alle Thatsachen erklärt seien, daß aus Chlor nie Salzsäure durch Entziehung von Sauerstoff gebildet werden kann und daß vielmehr diese Bildung nur dann stattfindet, wenn das Chlor mit einem wasserstoffhaltigen Körper zusammentrifft.

Durch solche Ansichten und Beweise, welche Davy zu Tage förderte, griff er in die ganze chemische Theorie ein, da Verbesserungen durch ihn, den Sauerstoff nicht mehr als allein säuerndes Princip hinstellten. Er räumte vielmehr dem Begriff und der Existenz der Wasserstoffsäuren, welche keinen Sauerstoff enthalten, ein Feld ein. Allerdings wurde durch diese neue Theorie die bis dahin geltende Ansicht über Säuren und Salze, als Davy Wasserstoffsäuren und eine besondere Art von Salzen, die später Haloidsalze genannt wurden, nachwies, sehr erschüttert; aber Davy hat durch seine damals ganz neuen Ansichten und Beweise, eine ganz neue Säuren-Theorie geschaffen, welche für die Wissenschaft nachhaltig gewesen ist. Uebrigens deutete Davy auch schon an, wie eine vollkommen abweichende Betrachtungsweise für alle Säuren, alle Salze sich erlangen läßt, sobald man nicht mehr den Sauerstoff als Ursache des Säurezustandes annimmt, sobald man alle Säuren als Wasserstoffsäuren, alle Salze als Haloidsalze betrachtet, nur, daß in der einen Classe der Salze der halogene Körper ein Element, in der andern eine zusammengesetzte Substanz sei. Da schon im Jahre 1815 machte Davy darauf aufmerksam, daß die saure Eigenschaft einer Verbindung nicht von ihrem Sauerstoffgehalte abhängig ist, und legte den Grund zu einer neuen Säuretheorie, wiewohl diese damals nicht den gehofften Anklang gefunden hat, aber doch rühmliche Folgen nach sich zog.

Davy hat die Wissenschaft die erste elektrochemische Theorie über die Verwandtschaft zu verdanken; denn er hob besonders hervor, daß, während größere Massen verschiedener Körper in Berührung mit einander Electricität erzeugen, die Wirkung ihrer kleinsten Theilchen auf einander eine Thätigkeit hervorbringt; er glaubte sonach, daß die Berührungs-*Electricität* und die Verwandtschaft eine gemeinsame Ursache haben. Davy's Ansicht ging nämlich dahin hinaus, daß die Berührung zweier Körper, welche mit Affinität zueinander begabt sind, die entgegen-

gesetzten Elektricitäten in ihnen frei werden läßt, daß die Umstände, welche die Affinität erhöhen, auch die elektrische Spannung steigern, bis bei hinlänglicher Zunahme der letztern der Widerstand, die Cohäsion jedes einzelnen Körpers überwunden wird, eine Aneinanderlegung der kleinsten Theilchen beider Körper, eine Ausgleichung der entgegengesetzten Elektricitäten mit der Bildung einer chemischen Verbindung eintritt, wobei dann, falls die elektrische Spannung stark genug war, die Ausgleichung der Elektricitäten unter Feuererscheinung, unter Entwicklung von Licht und Wärme vor sich geht.

Obgleich nun diese Theorie von manchen Seiten etwas umgeändert worden ist, so wirkte doch dieselbe, wie alle übrigen Leistungen Davy's, auf die Wissenschaft außerordentlich belebend. Seine Forschungen, über die Flamme und die Verbrennung überhaupt, trugen sehr fördernd zur Erklärung dieses Processes bei. Seine Arbeiten über Schwefel, Phosphor, Chlor u. s. w. führten zugleich zu der Entdeckung verschiedener neuer Substanzen, so z. B. des schwer entzündlichen Phosphorwasserstoffgases, verschiedener Oxydationsstufen des Chlors u. s. w. Sogleich nach der Entdeckung des Sods beschäftigte er sich auch mit der Untersuchung dieses Körpers und trug Vieles zur näheren Kenntniß desselben bei. Nachdem Berstedt die für die Gegenwart in den verschiedensten Beziehungen so außerordentliche wichtige Entdeckung des Electromagnetismus aus den dunklen Geheimnissen der Natur hervorgerufen hatte, lenkte Davy seine Aufmerksamkeit auch auf diese durch Electricität und Magnetismus vereinigte Naturkraft. So hat denn der als berühmter Chemiker bezeichnete große Mann sich in der mannichfachsten Beziehung um die Naturwissenschaft einen großen Namen zu machen gewußt. Aber viele Resultate verstand er auch zum Vortheile seines Vaterlandes zur Erhaltung seiner Mitmenschen praktisch anzuwenden, so z. B. die Anwendung der galvanischen Kraft, um den Kupferbeschlag der Schiffe zu bewahren, die von ihm erfundene wohlbekannte Sicherheitslampe für Bergleute, um diese gegen die Entzündung der sog. schlagenden Wetter (leichtes Kohlenwasserstoffgas) zu schützen.

In Betreff der Schriften dieses hochverdienten Mannes mag schließlich noch hervorgehoben werden, daß er als Mitarbeiter an den Contributions to physical and medical Knowledge thätig war, manche seiner Entdeckungen in den Philosophical Transactions, im Journal de Physique, den Annales de Chimie und den Annales de Chimie et de Physique veröffentlichte. — An selbständigen Werken erschienen von ihm verfaßt 1800 seine Researches chemical and philosophical, chiefly concerning nitrous oxide and its respiration, worin er auch über den Athmungsprozeß im Allgemeinen wichtige Beobachtungen mittheilte. — Von 1810 bis 1812 gab er seine Elements of chemical philosophy heraus; 1813 seine Elements of agricultural chemistry etc. — Es ist nicht zu läugnen, daß Davy durch seine elektro-chemischen Untersuchungen eine außerordentliche Anregung bei manchen anderen Chemikern gab, und in dieser Beziehung dürfte als besonders fruchtbringend Thénard, der in Verbindung mit Gay-Lussac förderliche Resultate erzielte, einen Platz hier einnehmen.

Louis Jacques Thénard, den 4. Mai 1777 zu Couptière bei Nogent-

sur-Seine geboren, ein Schüler Berthollet's und Bauquelin's, wurde im Jahre 1797 als Repetant an der École polytechnique angestellt, bekleidete an dieser Lehranstalt bis 1837 eine Professur der Chemie, erhielt aber auch zugleich den Lehrstuhl des Professors der Chemie an dem Collège de France, welchen er bis 1840 vertrat und an der Faculté des sciences der Pariser Universität. Ferner wurde er Mitglied des beratenden Comités im Ministerium des Innern und war als solches der Verbreitung des naturwissenschaftlichen Studiums in Frankreich sehr förderlich. — Zur Anerkennung seiner Verdienste wurde er 1824 in den Freiherrnstand erhoben, d. h. baronisiert, 1833 zum Pair von Frankreich ernannt und behauptete diese Würde bis zum Jahre 1848. — Er erreichte ein hohes Alter von etwas über 80 Jahren; da er erst am 20. Juni 1857 zu Paris, an dem Orte des Beginns seiner ersten naturwissenschaftlichen Studien und fortwährender späterer Wirksamkeit, das Zeitliche verließ. Thénard erwarb sich sowohl als Lehrer, als auch als Forscher, Schriftsteller ein gleiches Verdienst, sowie er auch die Wissenschaft zu verbreiten sich bestrebte. Besonders nutzte er aber auch der Wissenschaft durch die systematische Behandlung und durch die übersichtliche Classification, welche er auf sie übertrug.

In der anorganischen Chemie hat er sich, außer durch die Ausführung anderer Untersuchungen sehr viele Verdienste um die Analyse erworben, besonders aber hat er auch die Kenntnisse der Wasserstoff-Verbindungen vervollständigt, so z. B. durch die Entdeckung des Wasserüberoxyds (*Mémoires de l'académie* III 1820 und *Annales de chimie et de physique* VII, VIII, IX 1818), über die Bereitung desselben (*Annales de chimie et de physique* L 1832) die Entzündung des Wasserstoffes mittelst Platina und anderer Substanzen, worüber er, durch Döbereiner's Entdeckung veranlaßt, gemeinschaftlich mit Dulong arbeitete. (*Sur la propriété qui possèdent quelques métaux (certains corps), de faciliter la combinaison des fluides élastiques* (*Mémoires de l'acad.* V 1826, — auch *Annales de chimie et physique* XXIII et XXIV 1823), ferner über Wasserstoff-Schwefel oder die hydrothionige Säure, Soufre hydrogène genannt (*Mémoires sur le soufre hydrogène ou hydrure de soufre* in den *Annal. de chimie et de physique* XLVIII 1831); über die verschiedenen Zustände des Antimonoxyds und dessen Vereinigung mit Schwefelwasserstoff (*Annal. de chimie* XXXII 1799). Auch über zahlreiche andere Gegenstände der anorganischen Chemie, so z. B. über die Oxyde und Salze des Quecksilbers (*Journ. École polytechnique* VI 1806) hat er Untersuchungen veröffentlicht, welche, sofern solche von Wichtigkeit sind, im speciellen Theile berührt werden.

Er arbeitete auch namentlich mit Gay-Lussac sehr viel gemeinschaftlich, hauptsächlich über das Verfahren die Metalle, die Potasche und Soda, resp. die metallischen Radicale der beiden fixen Alkalkalien, Kali und Natron zu gewinnen: (*Procedé pour obtenir les métaux de la potasse et de la soude*; — *Mémoires de la société d'Arcueil* II 1809; auch *Recherches physico-chimiques* 1774—1786; Gilbert's *Annal.* 20, 135 und 32, 23; Gehlen's *Journal*

S. 703); mit Biot über die vergleichende Analyse oder über die Zusammensetzung des Arragonits und rhomboidalen kohlensauren Kalks (Mém. de la société d'Arcueil II 1809) u. s. w. Jedoch leistete Thénard in der organischen Chemie Mancherlei, so z. B. veröffentlichte er Untersuchungen über die weinige oder geistige Gährung: (Sur la fermentation vineuse; Annales de chimie XLVI 1803); über die Fettsäure (sur l'acide sébacique; Journ. École polytechn., IV. 1802); über die Aetherarten (quatre mémoires sur les éthers; — Mem. de la société d'Arcueil I 1807); über die Galle (deux mémoires sur la bile, ebendasselbst); über die Einwirkung vegetabilischer Säuren mit Alkohol ohne und unter Mitwirkung von Mineralsäuren (ebendasselbst II 1809); über die Coagulation des Eiweißes durch Wärme und Säure (Annales de chimie LXVII 1808); über die Analyse des Schweißes und über die Säuren des Harn's und der Milch (ebendasselbst LIX. 1806); mit Noard gemeinschaftlich über die in der Färberei angewendeten Beizmittel (mordants); — (ebendasselbst LXXIV. 1810) u. s. w.

Wie diese citirten Beispiele verkünden, veröffentlichte Thénard seine Abhandlungen größtentheils in den Annales de chimie (von 1801 an), den Annales de chimie et de physique, auch zum Theil in den Mémoires de la société d'Arcueil; obgleich er auch manche Untersuchungen in dem Journal d'École polytechnique und anderen Zeitschriften, z. B. in den Comptes rendus de l'Acad. publicirte.

Als ein von Thénard verfaßtes selbstständiges Werk verdient das folgende alle Würdigung: Traité de chimie élémentaire, théorique et pratique etc. 4. vol. Paris 1813—1816, édit. VII. 5 vol. Paris 1833—1836. Von der 5. Auflage dieses Werkes erschien 1825—1830 in Leipzig eine durch G. Th. Fechner bearbeitete deutsche Ausgabe; aber auch schon 1818 erschien eine deutsche Uebersetzung des 4. Bandes (der 1. Auflage des genannten Werkes) welcher die analytische Chemie behandelt unter dem Titel: „Anleitung zur chemischen Analyse.“— Die verschiedenen neuen Auflagen dieses ausgezeichneten Werkes folgten (wie ersichtlich) sich rasch hintereinander. Ferner sind noch erwähnenswerth die Recherches physico-chimiques 2 vol., welche Thénard mit Gay-Lussac im Jahre 1811 gemeinschaftlich herausgab. Sie enthalten, wie der Titel sagt, physikalisch-chemische Untersuchungen, welche die beiden ausgezeichneten Männer ausgeführt hatten, und ob schon dieselben für 1808—1810 in den Bulletins de la société, philomatique, den bereits angeführten und anderen Zeitschriften publicirt worden waren, gesammelt und zusammengestellt in dem genannten Werke herausgegeben haben.

Es läßt sich leicht denken, daß Davy's Entdeckungen über die chemische Wirksamkeit galvanischer Apparate, die Aufmerksamkeit sämmtlicher Naturforscher erregte, und in Folge derselben wurde der École polytechnique eine außerordentlich kräftige galvanische Batterie zu Theil, mit welcher Gay-Lussac und Thénard, nach geschehener Aufforderung, eine Reihe von Versuchen anstellten, welche auch sowohl für die Chemie, als auch für die Physik eine hohe Bedeutung nach sich zogen, indem die beiden Celebritäten alle Umstände zu erforschen suchten, welche auf die Wirksamkeit des Apparats Einfluß haben können.

Sie erzielten durch diese Arbeiten vor Allem aber auch die wichtigen Resultate, daß die Metalle der Alkalien auch ohne Anwendung galvanischer Apparate, mit Hülfe gewisser Reductionsmittel sich darstellen lassen und gelangten auf ihrem eingeschlagenen Wege dahin, die metallischen Grundlagen dieser Körper in weit größerer Menge abzuscheiden, als es zuvor möglich geworden war, wodurch Veranlassung zu neuen Erfahrungen gegeben wurde. — Im Besitz bedeutender Mengen von Kalium und Natrium vermochten sie deren Eigenschaften genauer zu studiren und zu bestimmen, als Davy dazu in den Stand gesetzt war.

So entdeckten sie z. B., daß durch rasche Verbrennung sowohl des Kalium, als auch des Natrium sich weit mehr Sauerstoff vereinigt, als in den gewöhnlich beiden verbunden ist; sie bestimmten die Eigenschaften und die Zusammensetzung dieser Superoxyde. Besonders werthvoll sind aber diejenigen Arbeiten, welche, wie schon angedeutet, sie unternahmen, um andere Körper durch die Einwirkung der Alkalimetalle zu zerlegen; kurz, sie stellten in dieser Beziehung, nach allen Richtungen hin, genaue Forschungen an; so z. B., bei Gelegenheit der Untersuchung, welche Wirkung das Kalium auf flußsaures Gas hat, stellten sie zuerst die reine Flußsäure dar, und hatten das Glück, das Fluorborgas zu erzielen u. Eine von diesen beiden ausgezeichneten Chemikern ausgeführte Arbeit über das salzsaure Gas veranlaßte die erste richtige theoretische Erkenntniß dieses Körpers, indem sie darthaten, daß derselbe sich nicht von Chlor nur durch einen geringen Gehalt an Sauerstoff unterscheidet, sondern daß möglichst getrocknetes salzsaures Gas, bei seiner Vereinigung mit Metalloxyden nur eine Ausscheidung von Wasser hervorbringt. Aber dennoch hielten sie an der alten Meinung fest, obgleich sie Sauerstoff in dem genannten Gase nachzuweisen nicht im Stande waren. Indessen stellten sie eine Reihe von Versuchen an, die zur Klarheit über die Natur der Salzsäure und zur Kenntniß der Eigenschaften dieses Körpers zur Bildung desselben u. beitrugen. Sowie sie auf diesem Wege die wichtigsten Thatfachen über die Chlorverbindungen zu Tage gefördert hatten, standen sie auch nicht lange an, als Davy 1802 eine einfachere Erklärungsweise darüber aufgestellt hatte, dieser beizutreten, und schon 1812 bekannten sie sich als Anhänger der neuen Theorie und trugen schon viel dazu bei, derselben allgemeine Anerkennung zu verschaffen.

Außer den Arbeiten Gay-Lussac's und Thénard's, welche mit dem Electrochemismus zusammenhängen, sind für die weitere Entwicklung der Wissenschaft vorzugsweise auch diejenigen von Wichtigkeit gewesen, welche sie über die Zusammensetzung der organischen Verbindungen anstellten.

Waren auch zu Anfang dieser jüngsten Periode, die Bestandtheile der organischen Substanzen in quantitativer Hinsicht richtig erkannt worden, hatte auch schon Lavoisier die quantitative Mischungsverhältnisse zu erforschen, sich bestrebt, so waren die erzielten Früchte für die Ausbildung und feste Gründung der Wissenschaft nur spärliche und mangelhafte gewesen. Gay-Lussac und Thénard waren es, welche die erste Anleitung boten, nicht verdampfbare organische Körper in ihre Bestandtheile zu zerlegen, durch Mischen und Verbrennen mit einer Substanz,

welche Sauerstoff an die ersteren abtreten kann, und durch Ermittlung der Verbrennungsproducte. Jedoch läßt sich nicht erwarten, daß die ersten derartigen Versuche solche günstigen und präcisen Resultate zur Folge hatten, daß sie den in der jüngsten Zeit erzielten als übereinstimmende, an die Seite gestellt werden können.

Hier sind wir genöthigt unsern Blick auf einen Mann, welcher als Vater der neuen Chemie betrachtet werden darf, nämlich auf Berzelius zu werfen, da dieser berühmte Chemiker so wohl um die analytische Chemie, als auch um die Begründung der Lehre von den chemischen Proportionen, deren Anwendung in der Mineralogie u. und die Ausdehnung der stöchiometrischen Themen und Gesetze auf die organische Chemie, welche er überhaupt in ihrem ganzen Umfange bereicherte und ausbildete, ferner um die genauere Erkenntniß der electrochemischen Verhältnisse, Anwendung derselben auf die organischen Verbindungen, um die Entdeckung vieler und genaueren Untersuchungen, sowie Bearbeitung fast aller bis dahin bekannten Stoffe, welche zusammen den Gegenstand der Chemie ausmachten, außerordentlichen Verdienst sich erwarb.

Berzelius vereinigte in sich alle die verschiedenen Richtungen, welche seit dem Beginn dieser vollkommeneren Periode auf die Entwicklung der Chemie hingewirkt hatten, so daß man ihn mit Recht, wie schon oben geschehen ist, den Vater der neueren Chemie, einen Nestor der Chemiker seiner sogar späteren Zeit lebenden Fachgenossen hat nennen dürfen und können. Ihn dem, in einen hohen Grade so verdienstvollen mit Ruhm bedeckten Schöpfer der neueren Chemie, sind wir nicht allein einen Platz hier einzuräumen, sondern ein glorreiches Andenken zu weihen, verpflichtet.

Jonas Jacob Berzelius wurde am 29. Aug. 1779 zu Basarrunda-Sörgard, im Stifte Linköping (am Fuße des Wenberg, zwischen dem Wetteru- und Tatern-See in Ostgothland in Schweden), wo der Vater desselben als Vorstand an einer Schule lebte, geboren. — Er begann 1796 zu Upsala sich dem Studium der Medicin und vorzugsweise dem der Chemie zu widmen. 1799 wo er in den Bädern von Medivi sich aufhielt, unternahm er die erste große chemische Arbeit, die Analyse der verschiedenen dortigen Quellen (*Nova analysis aquarum Mediviensium*, Upsala 1800.)

Im Jahre 1800 wurde er Baccalaureus, und bald darauf Licentiat der Heilkunde. Er richtete nun alsbald seine Forschungen auch auf das Gebiet der Physik, indem er mit dem Galvanismus, hinsichtlich seiner Einwirkung auf organische Körper sich beschäftigte, und 1802 eine Dissertation behufs seiner Promotion in der medicinischen Facultät schrieb. (*De electricitati galvanica opposita Cl. Volta excitae in corpora organica*). — In demselben Jahre erschien auch von ihm in Stockholm: „Afhandling om Galvanismen.“

Seine Leistungen im Bereiche der Chemie zeichneten ihn so aus und ließen ihm zur Zeit die gebührende Anerkennung zu Theil werden, daß er noch in demselben Jahre (1802) als Adjunct (adjungirter Professor der Chemie und Pharmacie) in Stockholm angestellt wurde. Neben dieser Funktion practicirte er als Dr. med. und hielt öffentliche Vorträge über Chemie, auch betheiligte er sich 1803

an einer Anstalt für künstliche Mineralwasser, welcher er außerordentlich nützlich wurde. Im Jahre 1805 wurde ihm die Anstellung eines Armeearztes vom Staate übertragen! —

Im Jahre 1806 wurde Berzelius zum Lehrer der Chemie an der Kriegsakademie zu Carlberg creirt, und im Jahre 1807 als wirklicher Professor an das medicinisch-chirurgische Institut zu Stockholm berufen. Er rief dort sogleich unter Mitwirkung Anderer, einen Verein der Aerzte Schwedens ins Leben. Schon in dem folgenden Jahre (1808) wählte ihn die königliche Akademie zu Stockholm zu ihrem Mitgliede und zwei Jahr später zu ihrem Präsidenten, unter Bewilligung einer jährlichen Beihilfe für seine Forschungen, als er gleichzeitig auch als Assessor am schwedischen Medicinalcollegio beigegeben wurde. Seine vielseitigen Leistungen und Verdienste um Wissenschaft und Staat wurde nun auch von oben herab nicht allein anerkannt, sondern auch mehr belohnt, denn im Jahre 1818 wurde er von Seiten des Königs Karl Johann, bei dessen Krönung, geadelt; auch in demselben Jahre übertrug ihm die königliche Akademie das Amt eines beständigen Secretärs, welches er, soviel dem Verfasser bekannt, bis gegen das Ende seines Lebensabends beibehalten hat. 1832 erhielt er seine Dienstentlassung als Professor an dem medicinisch-chirurgischen Institut, und es wurde ihm von Seiten des Königs die Ernennung eines Professors emeritus honorarius an dieser Anstalt zu Theil. — Drei Jahre später, also im Jahre 1835, nachdem dieser große Mann im 54. Lebensjahre stehend mit unermüdlichem Eifer und dem glänzendsten Erfolge nur der Wissenschaft gelebt hatte, trat er erst in den Stand der heiligen Ehe, und bei Gelegenheit dieser seiner Verheirathung wurde er vom Könige von Schweden baronisirt. Dieser große, geniale Mann soll, wie dem Verfasser en passant im Jahre 1845 (als Berzelius Göttingen, resp. seinen ehemaligen Schüler, den Professor der Chemie, Geh. Obermedicinalrath Hofrath Dr. Wöhler besuchte) bemerkt wurde, zur Zeit geäußert haben, daß er bis dahin, also bis zum Jahre 1835, nur der Wissenschaft zu dienen, aber nicht einige Zeit und Muße für das eheliche Leben gehabt habe, sondern erst jetzt (1835) daran denken könne und sich und dem ehelichen Glück widmen wolle.

Dieser würdigste der würdigen Männer unter den Koryphäen der Chemie des 19. Jahrhunderts, welcher am 7. August 1848, also fast 69 Jahre alt, zu Stockholm in ein besseres Jenseits abgerufen wurde, wird so wohl in seinem Vaterlande, als überhaupt auf der ganzen civilisirten Erde allgemeine Anerkennung zu Theil. Außerhalb Schweden wurde er durch vielfache wissenschaftliche Reisen in Deutschland, Frankreich, Oestreich u. s. w. mit vielen andern Gelehrten bekannt, und genoß bei Allen die größte Achtung, Hochschätzung und Verehrung. Sein Name erntete in der That einen Weltruf! — In Schweden suchte sogar die Direction der Eisenwerke ihm ihre Dankbarkeit für seine Leistungen durch Ertheilung einer Pension zu beweisen. Außer dem Könige der Schweden, erkannten auch viele auswärtige Monarchen seine Verdienste durch Verleihung von Ehrenzeichen an; die Akademien der verschiedensten Länder, rechneten es sich zur Ehre an, seinen Namen in der Liste ihrer Mitglieder aufzuführen zu können.

Berzelius hat während seiner ganzen Lebensthätigkeit sich bestrebt, nicht allein die Theilnahme an dem Fortschritt der Wissenschaft zu bethätigen, sondern er hat selbst durch Förderung derselben in der vielseitigen Weise beigetragen. Er hat nicht allein durch seine so umfangreichen und ersprießlichen Forschungen die Wissenschaft bereichert und ausgebildet, die gelehrte Welt belehrt, sondern er hat auch unter specieller Leitung Männer der Wissenschaft herangebildet; so z. B. des Verfassers dreijährigen Lehrer, den bereits erwähnten Wöhler; ferner Mitscherlich, Heinrich Rose, Mosander und Andere bedeutende Chemiker, so wie auch der Mineralog G. Rose (Bruder von H. Rose) waren Schüler des unvergeßlichen Berzelius.

Ein genauer Blick in seine Arbeiten gibt uns sogleich den Beleg, daß ein außerordentlicher Scharfsinn ihn in höchstem Grade eigen war. Dazu besaß er eine außerordentliche Beharrlichkeit und Ausdauer für jeden Gegenstand, welchen er zu bearbeiten ergriff, so daß von ihnen etwas Bedeutendes zu erwarten war. — Berzelius hat nicht allein während seiner Lebenszeit fördernd gewirkt, sondern seine Arbeiten sind später sehr häufig benutzt worden, um eine Entscheidung zu erzielen.

Berzelius hielt den richtigen Grundsatz fest, daß eine theoretische Ansicht, wenn sie auch Mängel hat, dennoch nicht eher verworfen werden müsse, als bis eine neue bessere und vollkommenere Theorie aufgestellt worden sei. Der Verfasser kann, abgesehen davon, daß Berzelius hier in Rede steht, einem solchen Princip nur huldigen, denn wenn wir eine Theorie verdammen oder ausmärgen wollen, so muß zuvor eine die verworfene übertreffende geschaffen werden.

Berzelius wich hiervon nicht ab, sondern er suchte einer theoretischen Ansicht, die einmal in die Wissenschaft aufgenommen ist, so lange treu zu bleiben, bis eine andere bessere Theorie sich aufstellen ließ, für welche eine gehörige Basis errungen war. Berzelius behauptete in der theoretischen Chemie eine außerordentliche Consequenz, so daß er dadurch vielen Meinungen Widerstand leistete, so bald dieselben, wenn er auch Scharfsinn darin entdeckte, ihm doch nicht mehr Wahrscheinlichkeit, als die ältere versprachen; er hielt es daher für angemessener, der älteren Ansicht lieber ganz treu zu bleiben, als diese nur in einzelnen Fällen beizubehalten. Berzelius hat indessen dieses soweit getrieben, daß man ihm das Widerstreben gegen einzelne neue Theorien zum Vorwurf machte. Indessen hatte ein solcher Widerstand viel Gutes, indem dadurch nicht so leicht eine unbegründete theoretische Ansicht eingeführt wurde.

Berzelius ist ein solcher vielfacher Schöpfer in der Chemie gewesen, daß wir die ganze Wissenschaft in ihren Einzelheiten zu beleuchten gezwungen sein würden, um ihm hinsichtlich der Aufzählung seiner Leistungen gerecht zu werden. Denn es gibt nicht eine einzige Lehre in der Chemie, zu deren Ausbildung er nicht beigetragen hätte, es gibt kaum einen bis dahin bekannten Körper, dessen Verbindungen Berzelius nicht studirt und zu einer genauern Kenntniß gebracht hätte.

Berzelius wirkte in hohem Grade dahin, die Zusammensetzung von Substanzen kennen zu lernen, und seine empirischen Bestimmungen haben besonders

auf die Gestaltung der Chemie einen wesentlichen Einfluß ausgeübt. In der analytischen Chemie hat Berzelius herrliche Trennungsmethoden angegeben, und es hat wohl kein Chemiker für eine größere Anzahl von natürlich vorkommenden und künstlich dargestellten Verbindungen die quantitative Zusammensetzung so ermittelt, wie es von Seiten Berzelius' geschehen ist. Wollten wir Berzelius' sämtliche Abhandlungen und kleine Aufsätze, welche er veröffentlichte, aufführen so würden wir deren über 200 aufzählen können; es ist daher, wegen des Raumes geboten nur die wichtigsten anzudeuten.

Es entgingen selbst Berzelius bei seinem großen Forschergeiste die Anzeichen nicht, welche auf das Vorhandensein eigenthümlicher Körper schließen ließen, so daß wir auch die Entdeckung mancher eigenthümlichen Stoffe ihm verdanken, wie z. B. die der Ceriumoxyde, welche er mit Hisinger gemeinschaftlich und gleichzeitig mit Klaproth im Jahre 1803 auffand und als die Sauerstoff-Verbindungen eines neuen Metalles erkannte. (*Undersökning af Cerium, en ny metall; Afhandlingar i Fysik, Kemi och Mineralogi 1806. T. I.*) Dieses länger fortgesetzte Werk: *Afhandlingar i Fysik, Kemi och Mineralogi*, welches von Berzelius mit Hisinger und Anderen in 6 Bänden von 1806—1818 herausgegeben erschien, enthält die Mehrzahl der Untersuchungen, welche Berzelius ausführte; so z. B. über das von ihm 1817 (im Schlamm der Bleikammern der Schwefelsäure-Fabrik zu Gripsholm) entdeckte Selen (*Undersökning af en ny Mineralkropp — Selen — Bd. 6. 1818*); über den metallähnlichen Körper der Ammoniak-Verbindungen (*Undersökning of Ammoniakens natur etc. 1818. Bd. V.*). Berzelius war es nicht genug, das Vorhandensein eigenthümlicher Substanzen nachzuweisen, sondern er untersuchte genau die sämtlichen chemischen Verhältnisse. Eine große Anzahl früher nicht gekannter zusammengesetzter Stoffe wurde durch Berzelius entdeckt; viele Körper, deren Existenz zwar schon erwiesen worden war, aber welche bis dahin noch nicht isolirt erhalten werden konnten, stellte er zuerst dar, so z. B. das Silicium (1823), das Zirkonium (1824), das reine Tantal in demselben Jahre.

Ferner entdeckte er auch unter Anderem die Thorerde (*Undersökn. af att nytt mineral Thorit, som innehåller en förut, okänd jord — Thorerde; — Vetenskap Academ. Handl. 1829*), untersuchte er das Vanadin und dessen Eigenschaften genauer (*Om Vanadin och dess egenskaper — ebenda selbst 1831 —*); ebenso mit großer Genauigkeit die Platinerze (*Försök öfver de Metaller, som ätfölja Platina etc. — ebenda selbst 1828*).

Er führte sodann genaue Analysen verschiedener Mineralwässer z. B. solcher in Böhmen quellenden von Carlsbad, Teplitz u. aus (*Undersökn. of mineralvattnen i Carlsbad, Teplitz etc.; — ebenda selbst — 1822—1823*). Er veröffentlichte ferner, um noch einige Beispiele seiner Arbeiten anzuführen, Analysen der Meteorsteine (*Undersökn. af an Meteorsten; — ebenda selbst 1828; — om Meteorstenar, ebenda selbst 1834*); ferner om Osmium-Iridium; ebenda selbst 1833; über das Atomgewicht des Calciums (*om atomvigt of Calcium; ebenda selbst*

1843; über die Zusammensetzung der Citronensäure (Undersökn. of Citronsyrens sammansätter; ebendasselbst 1832).

Aus seinen Afhandlingar i Fysik Kemi etc. sind noch folgende physikalische und chemische Abhandlungen hervorzuheben: om Magnetälens (1807 T. II); Elektriska Stapelns Theori (ebendasselbst); Elektroskopiska Försök (1806 T. I.) Försök, rörande de bestände proportioner hvari den oorganiska Noturms bestönds delar finnar förenade (1818 T. V); Försök till et rent kemiskt Mineralsystem (1815. T. IV.) etc.*)

Diese Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, wie vielseitig Berzelius gewirkt hat, obgleich nur ein kleiner Theil seiner Verdienste hier berührt worden ist und in der That ein gewaltiger Raum dazu gehören würde, um seine ausgedehnten Leistungen anzuführen; ja ein sehr voluminöses Werk könnte geschrieben werden, um durch gehörige Beleuchtung der aufgedeckten Sachen, Berzelius einigermaßen gerecht zu werden; es muß daher hier auf die gegebenen Andeutungen, auf die angezogenen Journale und auf die weiter unten zusammengestellten Opera verwiesen werden. Jedoch kann der Verfasser nicht umhin, die Verdienste des großen Mannes, wenigstens in einiger Beziehung, nämlich in Betreff der atomistischen Theorie und relativen Gewichts-Verhältnisse noch näher zu betrachten.

Berzelius suchte mit möglichster Genauigkeit zu ermitteln, welches die relativen Gewichts-Verhältnisse sind, in denen sich die verschiedenen Elemente zu Verbindungen vereinigen. Berzelius verstand es mit einem außerordentlichen Scharfsinn diejenigen Verbindungen auszuwählen, welche sich am besten zur Bestimmung der Atom-Gewichte ihrer Bestandtheile eignen, mit einer früheren nicht gekannten Präcision, die quantitative Analyse auszuführen.

Berzelius beschränkte sich insofern nicht darauf, nur wenige Stoffe zu behandeln, sondern bei weitem die meisten Elemente wurden in dieser Beziehung von ihm untersucht, und die meisten angewandten Atomzahlen (resp. Mischungs-gewichte oder Aequivalente) sind durch ihn bestimmt worden. — Schon früh hatte Berzelius in dieser Beziehung gearbeitet; die Experimente, worauf sie sich gründen, sind größtentheils vor einer großen Reihe von Jahren vor etwa vier Decennien angestellt worden. Seit dieser Zeit hat die Chemie außerordentliche Fortschritte gemacht; aber wenn auch die letzteren Decennien wirklich die Chemie auf eine weit höhere Stufe gebracht haben, so gebührt doch trotzdem Berzelius das hohe Verdienst, daß er sowohl manche Entdeckung anbahnte, als auch für viele die Untersuchungen zu machen lehrte. Berzelius kann für die organische Chemie ein Verbesserer der Richtungen, ein Corrector der Wege, welche für Untersuchungen eingeschlagen worden waren, genannt werden, und für die organische Chemie verdient er gleichsam als Gründer bezeichnet zu werden, da von seiner Seite Manches an-

*) Die Mehrzahl dieser Abhandlungen, findet sich, nebst vielen anderen, selbst auch kleineren Original-Aufsätzen, übersetzt in den Annales de Chemie et de Physique, in der Zeitschrift von Schweigger, Gilbert und Poggendorff.

gefacht wurde, welches weiter fortgesetzt worden ist und zu glänzenden Resultaten geführt hat. Zwar können wir uns nicht verhehlen, daß manche unter der außerordentlich großen Menge von Untersuchungen sehr cursorisch und aphoristisch von dem großen Meister angestellt worden sind; aber dennoch müssen wir einräumen, daß Berzelius mit einer eminenten Umsicht, in vielseitiger Beziehung, dunkle Erscheinungen aufzuklären suchte, und dadurch außergewöhnlich viel genützt hat, so daß er mit Recht als Vater der Chemie aufgeführt werden darf und mit Recht ihm die Ehre, als Schöpfer der organischen Chemie gebührt. Berzelius war es auf der andern Seite, der die bestimmten Proportionen in ihrer Anwendung auf die chemischen Verhältnisse unter den verschiedenen Stoffen ordnete. Er lehrte z. B. kennen, daß die Kiesel-erde als Säure zu betrachten sei, daß die kieselhaltigen Mineralien als salzartige Verbindungen betrachtet werden können, und in der Zusammensetzung der Gesetzmäßigkeit, welche für die letztere Klasse von Körpern nachzuweisen war, unterliegen; daß alle Mineralien, gleich den anderen, künstlich dargestellten chemischen Verbindungen nach Atomgewichts-Verhältnissen der Bestandtheile zusammengesetzt sind.

Berzelius versuchte, gestützt auf diese Entdeckung eine rein mineralogische Classification, schon im Jahre 1814, suchte aber durch spätere Entdeckungen veranlaßt, Abänderungen vorzunehmen.

Ferner verdanken wir Berzelius in der chemischen Theorie die Lehre von salzartigen Verbindungen, denen er zuerst diejenigen, welche entsprechenden Sauerstoffverbindungen analog sind, hinzufügte, welche statt des Sauerstoffs, Schwefel enthalten. Namentlich verdient in dieser Beziehung eine Arbeit hervorgehoben zu werden, welche von 1826—1827 erschien und in welcher er nachweist, daß Schwefel sich mit säuerungsfähigen Radicalen und mit den metallischen Grundlagen Alkalien zu Körpern vereinigt, welche gegen einander sich wie Säuren zu Basen verhalten, sowie auch in einer Verbindung salzartige Substanzen darstellen. Sodann sind, außer den obigen, als vorzügliche Arbeiten, noch besonders die, über die Verbindung des Schwefels mit Alkalien, über eine große Reihe organischer Säuren und deren Salze, über Fluorverbindungen, über das Tellur und dessen Verbindungen etc. hervorzuheben.

Nichtsdestoweniger war Berzelius in einem höchsten Grade insofern nützlich, daß er die Thatfachen, welche von Seiten anderer Chemiker geschaffen worden waren, zusammenfaßte und die resultirenden Wahrheiten in die Wissenschaft einführte. Isomerie, Metamerie, Polymerie sind Erscheinungen in der organischen Chemie, welche Berzelius zuerst erkannte; er suchte ferner die Nothwendigkeit zu beweisen, daß eine Klasse von Verwandtschafts-Erscheinungen nur mit Hülfe der Annahme einer katalytischen Kraft zu erklären seien, und daß hierbei die alleinige Gegenwart eines Körpers Verbindungs- oder Zersetzungs Vorgänge bei anderen Stoffen hervorrufe, ohne daß die ersteren Körper selbst an der Zersetzung oder Verbindung Theil nehmen; er dehnte auch die Betrachtungsweise, wie gasförmige organische Substanzen dem Volumen nach zusammengesetzt sind, auch darauf aus,

in welchen Raumverhältnissen sich in ihnen die näheren Bestandtheile vereinigt finden, während man vorher fast immer nur das Volumen der darin enthaltenen Elemente mit dem Volumen der Verbindung selbst verglich.

Berzelius ist ein solches Eloquium zu singen, wie es fast kein Chemiker verdient hat. Seine so sehr zahlreichen literarischen Productionen sind, wie schon angeführt, in verschiedenen Zeitschriften niedergelegt worden, die weiter unten nochmals hervorgehoben werden sollen. Aber besonders ist als selbstständiges Werk das vom ihm verfaßte große Lehrbuch der Chemie, hervorzuheben: *Lärbock i Kemien* 3 Bd. Stockholm 1808—1818: 2. Auflage 6 Bände 1817—1820. Diese sowie die 3. und 4. nicht schwedisch erschienene Auflage, ist deutsch von Wöhler, die 5. Auflage von Berzelius selbst deutsch geschrieben, jedoch nicht ganz vollendet (5 Bände 1843—1848); ferner ein Werk über Thier- oder Zoochemie: *Föreläsningar i Djurkemien*; 2 Vol. Stockholm 1806. *Om Djurkemiens främsteg* Stockholm 1810. Versuch einer genau angewandten electrochemischen Theorie und Grundlage eines wissenschaftlich-mineralogischen Systems. (*Försök att genom användandet af den Elektro-kemiska teorien, samt läran om de kemiska proportionerna, grundlägga ett rent vetenskapligt System för Mineralogien*; — Stockholm 1814 2. Auflage deutsch von Rammelsberg, 1847); *Nouveau Système de Minéralogie*; — Paris 1819; *Essai sur la cause des proportions chimiques et sur l'influence chimique de l'électricité* ebenda selbst 1819 (2. Auflage 1835); Ueber die Anwendung des Vöthrohrs, bei chemischen und mineralischen Versuchen. (*Afhandling om Blåsrörets användande i kemien och mineralogien*, Stockholm 1820 (in 4. Auflage) deutsch in verschiedenen Auflagen von H. Rose 1821, 1828, 1837; auch ins Englische, Französische, Holländische und Russische übersetzt). Jahresbericht der Physik und Chemie (*Arsberättelser om framstegen i fysik och kemi*, 27 Bände 1821—1848; deutsch von C. G. Gmelin, F. Wöhler u.) 1839 ins Französische übertragen. *Afhandlingar i Fysik, Kemi och Mineralogi* 6 Bände 1806—1818. — Seine Aufsätze finden sich, außer in den citirten schwedischen Zeitschriften, vorzugsweise in Gehlen's Journal für Chemie, in Schweigger's Journal für Chemie und Physik, in Gilbert's, später Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie, auch den Annales de Chemie und den Annales de Chemie et de Physique, in Thomson's Annals of Philosophy und anderen Zeitschriften, theils übersetzt, theils im Original. Eine beträchtliche Anzahl dieser Abhandlungen sind, wie schon früher erwähnt, Uebersetzungen aus einem länger fortgesetzten Werke: *Afhandlingar i Fysik, Kemi och Mineralogi*, 1806—1818 in 6 Bänden erschienen, welches Berzelius zuerst mit Hisinger, später in Gemeinschaft anderer Gelehrten herausgab, sowie auch aus der angezogenen Zeitschrift der Stockholmer Académie, (*Vetenskap Acad. Handl.*), welche von 1808 an die Mehrzahl seiner Arbeiten enthält; abgesehen von der schon angeführten Abhandlung über die Wirkung der galvanischen Electricität auf organische Körper (*de electricitati etc.* 1802) oder über den Galvanismus, über künstliche Mineralwasser (*Afhandling om nyttan af*

artificella Mineralvatten 1803) und den Schriften, welche auf die Thierchemie sich beziehen.

Ein anderer bedeutender Chemiker, welcher gleichfalls eine Zierde in der Geschichte der Wissenschaft bildet, ist Michael Faraday, der Sohn eines Susschmieds, geboren zu Newington bei London, den 22. September des Jahres 1791.

Die Dürftigkeit, in welcher Faraday's Vater lebte, gestattete nicht, daß unserem großen Chemiker und Physiker, in seiner Jugend eine gelehrte Erziehung zu Theil werden konnte, und daher wurde derselbe in seinem neunten Jahre zu einem Buchbinder in die Lehre gegeben. Nach vier Jahren fand er in einem Buchladen Beschäftigung und dadurch wurde ihm die Gelegenheit geboten, wissenschaftliche Bücher zu studiren, um seinen Geist auszubilden und sein Talent zu entwickeln.

Besonders war es aber die naturwissenschaftliche Literatur, welche ihn fesselte, und er erregte dadurch im Jahre 1811 die Aufmerksamkeit eines Herrn Magrath, ein Mitglied der Royal Institution, welcher ihm Zutritt zu den Vorlesungen verschaffte, die damals von H. Davy an dieser Anstalt gehalten wurden. — Faraday besuchte diese Vorträge, und die wissenschaftliche Richtung, die auch bisher in ihm sich nicht hatte ausdrücken lassen, fand hierdurch eine bestimmte Anregung, so daß dringender in ihm der Wunsch rege wurde, dem Studium der Naturwissenschaften sich ganz widmen zu können. Zur Chemie fühlte er sich durch Davy's Vorlesungen zunächst hingezogen, besuchte dieselben sehr eifrig und suchte in angemessener Weise daraus Belehrung zu schöpfen. Sie waren die Veranlassung zu einer Veränderung in seiner Carrière. Er beschloß nämlich, sich den Naturwissenschaften zu widmen und wandte zu dem Ende sich geradezu an Davy, machte ihn mit seiner Idee bekannt und suchte gleichzeitig um Unterstützung zur Ausführung seines Entschlusses nach.

Seine Bitte wurde mit dem günstigsten Erfolge gekrönt; denn schon im Frühling 1813 wurde Faraday durch Davy Assistent am Laboratorium der Royal Institution. Im Herbst 1813 begleitete er seinen Protector nach dem Continent und kehrte 1815 nach England zurück. Seine Leistungen machten ihn bald bekannt und schon im Jahre 1824 wurde er zum Mitglied der Royal Society creirt. Im Jahre 1828 erhielt er eine an der Royal Institution neu gegründete Director-Stelle des chemischen Laboratoriums, an welchem er Th. Brande als Professor der Chemie folgte. —

Von der Universität Oxford wurde er dadurch geehrt, daß dieselbe ihn zum Doctor der Rechte creirte. — 1842 wurde er Mitglied der Berliner Academie. Außerdem bekleidete Faraday eine Professur an der Militärschule zu Woolwich. —

Faraday hat außerordentlich viele Verdienste um die Wissenschaft sich erworben, und zwar in sehr verschiedener Richtung, indem er bald physikalisch-chemischen Forschungen sich hingab, bald rein chemische Gegenstände bearbeitete. Uebrigens brachte er in jeder Beziehung glänzende Thatfachen an den Tag.

Zunächst beschäftigte er sich vorzugsweise mit Chemie, so schrieb er eine Abhandlung über zwei neue Verbindungen des Chlors mit Kohlenstoff; eine des Jods, Kohlenstoffs und Wasserstoffs (on two new compounds of chlorine and carbon, and on a new compound of iodine, carbon and hydrogen (Philosophical Transactions 1821) ferner on a new compound, of Chlorine and carbon (mit R. Philipps ebendasselbst), über die Legirungen des Stahls (on the alloys of steel; mit Stodart ebendasselbst 1822); über flüssiges Chlor (on fluid chlorine ebendasselbst 1823); über die Verdichtung der Gase zu Flüssigkeiten (on the condensation of several gases into liquids ebendasselbst); über neue Kohlenwasserstoffe *u.* (on new compounds of carbon and hydrogen and on certain other products, obtaining during the decomposition of oil by heat; ebendasselbst 1825); über die gegenseitige Einwirkung der Schwefelsäure und des Naphthalins, und über eine neue erzeugte Säure: Naphthalinschwefelsäure (on the mutual action of sulfuric acid and naphthaline and a new acid produced (ebendasselbst 1826); über die Fabrication des optischen Glases (on the manufacture of glass for optical purposes ebendasselbst 1834); über die Verdichtung der Gase zu flüssigen und festen Körper (on the liquefaction and solidification of bodies generally existing as gases; ebendasselbst 1843); über einige Verbindungen des Ammoniafs mit Chloriden (on some combinations of ammonia with chlorides; Quarterly Journal of Science etc. T. V. 1818); on the solution of silver in ammonia; ebendasselbst T. IV. 1818; on the sulphuret of phosphorus ebendasselbst); on the analysis of wootz or indian steel (ebendasselbst T. VII. 1819); on gallic acid and tannin (ebendasselbst T. VI. 1819); on a new acid substance formed from ether T. III. 1817); on the change of vegetable colours as an alkaline property (ebendasselbst T. XIII. 1822); on peculiar cases of the formation of ammonia and on the means of testing the presence of nitrogen (ebendasselbst T. XIX. 1825) etc.

Unter den hier angeführten Arbeiten sind die über die Verbindungen des Kohlenstoffs mit Wasserstoff, über die Verbindung des Ammoniafs mit Chlormetallen, des Chlors mit Kohlenstoff, über die Verdichtung der Gase, das Auftreten von Ammoniak, die Kohlenwasserstoffe, Naphthalin-Schwefelsäure, über die Legirungen und das Härten des Stahls von besonderer Wichtigkeit. — Faraday's sehr ausgedehnten physikalischen Forschungen beziehen sich vorzugsweise auf die Beobachtungen und Untersuchungen elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer oder Inductions-Erscheinungen *z.* B. Induction of electric currents; evolution of electricity from magnetismus; new electrical state or condition of matter; explication of Arago's, magnetic phenomena (Philosophical Transactions 1831—1832); Terrestrial magneto-electric induction ebendasselbst 1833; — Identity of electricities of different sources; relation by measure of common and voltaic electricity (Ser. IV. ebendasselbst 1833; electro-chemical decomposition ebendasselbst Ser. VI. 1834); electro-chemical decomposition continued; electro-chemical equivalents (ebendasselbst Ser. VIII. 1834); — Electricity of

the voltaic pile (ebendasselbst Ser. IX. 1835), und viele andere höchst werthvolle Beobachtungen und Thatsachen förderte Faraday zu Tage!

Ihm haben wir nicht allein Vieles über die Electricitätslehre, über elektrische Theorien, ferner die Entdeckung der elektrischen Inductionsströme zu verdanken, also nicht allein hat er einen Reichthum von Resultaten seiner Forschungen der Physik einverleibt, sondern die Chemie ist Faraday in elektro-chemischer Hinsicht außerordentlichen Dank schuldig; denn es gelang Faraday mit der Untersuchung über die Entwicklung von Electricität durch Magnetismus, mit Untersuchungen über die Identität der galvanischen und Reibungselectricität beschäftigt, eine Quantitäts Vergleichung für die Wirkung von Apparaten, zur Erzeugung dieser Arten von Electricität zu erlangen, und er richtete sein Augenmerk nur auf das Studium der chemischen Wirkung des elektrischen Stroms; er ging auf die Theorie der elektro-chemischen Zersetzung selbst tiefer ein; er zeigte, daß nicht eine anziehende Kraft der Pole wirksam sei, sondern daß alle Partikeln des zersetzbaren Körpers, welche zwischen den Polen sich befinden, zu der Endwirkung beitragen, daß die Zersetzungsproducte, in Folge der Richtung des remittirenden elektrischen Stroms, an den Polen nur gewissermaßen ausgeworfen werden. Er gelangte nun auf diesem Wege zu äußerst wichtigen Resultaten, indem er das so bedeutungsvolle herrliche elektrolytische Gesetz erkannte; nämlich er fand, daß nicht allein die zwischen den Elektroden des galvanischen Apparats vor sich gehende Zersetzung der Quantität von Electricität proportional sei, welche in einer gegebenen Zeit zwischen ihnen hindurch geht, sondern daß die durch ein und denselben elektrischen Strom, oder bei gleicher Electricitäts-Menge zerlegbaren Gewichtsmengen binärer Verbindungen sich wie die chemischen Aequivalente verhalten.

Hierdurch wurde der enge Zusammenhang, in welchem die elektrischen und die Affinitäts-Erscheinungen zu einander stehen, vollends bewiesen. Obgleich ein solcher Zusammenhang aus dem bis dahin beobachteten quantitativen Erscheinungen sich schon ergab, so konnte nun auch die quantitative Untersuchungsmethode weiter ausgebildet werden.

Besonders bemerkenswerth sind endlich noch seine Forschungen über die Abhängigkeit der elektrochemischen Zersetzbarkeit einer Verbindung von der Art ihrer Zusammensetzung, über die Ursache des galvanischen Stroms derselben, ob dessen Erzeugung durch chemische Thätigkeit (durch den chemischen Prozeß) oder durch den Contact der Metalle (Electromoren) hervorgerufen wird (vergl. über die chemisch-electrische Theorie und Contact-Theorie) u. s. w.

Faraday's Geschicklichkeit im Experimentiren, scharfsinnige Wahl und Construction der Apparate, wichtige Beurtheilung der beobachteten Thatsachen haben diesem geistvollen Manne den Ruf der größten Physiker und Chemiker erworben. —

Faraday's Untersuchungen sind, außer in den beiden angeführten Journalen, den Philosophical Transactions und dem Quarterly Journal of Science etc. vorzugsweise in dem Journal of the Royal Institution, Philipp's Annals of Philosophy, Philosophical Magazine und anderen publicirt worden, zum Theil

in den *Annales de Chimie et de Physique*, Gilbert's und Poggendorff's *Annalen* (von denen die ersteren auch Original-Aufsätze enthalten) übersetzt erschienen. Ferner veröffentlichte er 1839 ein selbstständiges Werk: „*Experimental Researches in Electricity*“ und 1827 eine Anleitung zur chemischen synthetischen *Chemical Manipulation*, wovon eine deutsche Uebersetzung 1828 erschien.

Wenden wir nun unser Auge wieder nach Deutschland, so verdient zunächst Eilhard Mitscherlich, welcher vor einigen Jahren (am 28. August 1863) der Wissenschaft durch den Tod entrissen wurde, unsere Aufmerksamkeit. Derselbe wurde den 7. Januar 1794 im Dorfe Neuende bei Zeven (im Großherzogthum Oldenburg) wo sein Vater als Prediger fungirte, geboren. Er erhielt seine erste Ausbildung auf dem Gymnasium zu Zeven und begann 1811 seine akademischen Studien zu Heidelberg und zwar vorzugsweise zum Behufe der Geschichte und Philologie, besonders auch der orientalischen Sprachen, setzte diese Studien zu Paris von 1813 an und in Göttingen von 1814 fort, wo er die dortigen Manuscripte zu einer Arbeit über einzelne Partien der orientalischen Geschichte benutzte, von welchen er damals auch Einige veröffentlichte. In Göttingen beschäftigte er sich indessen gleichzeitig auch mit den Naturwissenschaften und studirte daselbst Zoologie, Mineralogie, Physik, Chemie und einzelne Theile der Medicin.

Im Jahre 1818 übersiedelte Mitscherlich nach Berlin und widmete sich dort hauptsächlich chemischen Untersuchungen; so machte er z. B. dort die Entdeckung des Isomorphismus und zog hierdurch die Aufmerksamkeit von Berzelius auf sich, welcher damals in Berlin anwesend war. Mitscherlich begleitete diesen berühmten Chemiker nach Stockholm und arbeitete dort in dem Laboratorium desselben bis 1821, wonach er zum Mitglied der Akademie in Berlin und zum Professor für den Lehrstuhl der Chemie an der dortigen Universität als Klaproth's Nachfolger ernannt wurde; (seit 1822 Prof. extraordinarius seit 1823 Prof. ord.) sowie er auch gleichzeitig in derselben Weise am Friedrich Wilhelms Institut fungirte; ferner dehnte er seinen Wirkungskreis auf verschiedene amtliche Commissionen zu denen er hinzugezogen wurde, aus.

Mitscherlich machte sich frühzeitig durch seine Entdeckungen über den Zusammenhang zwischen Krystallgestalt und chemischer Zusammensetzung bekannt. Schon 1819 untersuchte er genauer die Fälle, in denen sich gleiche oder ähnliche Krystallgestalt bei veränderter chemischer Zusammensetzung zeigt. Er fand, daß es Bestandtheile gibt, welche sich in Verbindungen vertreten können, ohne daß eine Formänderung erfolgt. Er fand zugleich, daß nur solche Bestandtheile, ohne zu einer Abänderung der Krystallform Anlaß zu geben, sich in Verbindung ersetzen können, welche analoge atomistische Constitution haben; daß solche Verbindungen, in denen gleiche Mengen erkennbarer Atome, wenn auch quantitativ verschieden, in denselben Verhältnissen verbunden sind, vorzugsweise gleiche Krystallgestalt zeigen.

Aus solchen Beobachtungen mußte hervorgehen, daß die Krystallgestalt einer Verbindung weniger von der qualitativen Beschaffenheit der darin enthaltenen

Elemente, als von dem Verhältniß-Anteil der darin vereinigten Atome abhängt. Mitscherlich machte ausfindig, daß es viele Gruppen von Elementen gibt, deren Glieder vorzugsweise die Eigenschaft besitzen, sich ohne Formänderung in Verbindung vertreten zu können; er bestimmte diese auf das Genaueste; Verbindungen von analoger Zusammensetzung und gleicher Krystallgestalt nannte er isomorphe (von *ἴσος* gleich und *ἡ μορφή*, die Gestalt). Er glaubte, den Schluß machen zu müssen, daß auch die entsprechenden Bestandtheile solcher analogen Verbindungen isomorphe seien, und unterstützte alle seine Annahme durch die zahlreichen und scharfen Beobachtungen. Die hauptsächlichste Basis der Lehre vom Isomorphismus hat Mitscherlich mit einer Genauigkeit und Sorgfalt durchgeführt, daß dieser wichtige Theil der theoretischen Chemie in verhältnißmäßig kurzer Zeit allgemeine Anerkennung fand.

Mitscherlich hat nicht nur ein Princip aufgestellt, sondern unermüdet eine lange Reihe von Jahren hindurch selbst die Beweise dafür geliefert und viele Anwendungen davon gemacht. — Die Krystallographie gewann eine erhöhte Bedeutung in der Chemie.

Man stellte den Satz auf, daß isomorphe Verbindungen gleiche Atomenconstitution haben, daß diejenigen Gewichtsmengen der Bestandtheile, welche sich darin verbreiten können, nach gleichem Verhältniß der Atomgewichte zusammengesetzt sind, und dieser Satz, daß isomorphe Verbindungen Atomenconstitution haben, daß diejenigen Gewichtsmengen der Bestandtheile, welche sich darin verbreiten können, nach gleichem Verhältniß der Atomgewichte zusammengesetzt sind, gab Veranlassung und einen Anhaltspunkt, ihr Atomgewicht, und das der darin enthaltenen Elemente, mit großer Zuversicht bestimmen zu können. Abgesehen von der Wichtigkeit der Entdeckung des Isomorphismus für diesen Theil der theoretischen Chemie, zeigte sich auch bald ein guter Einfluß auf die Classification der chemischen Verbindungen, im weitesten Sinne; denn eine Eintheilung in Gruppen gleichgestaltiger Glieder wurde bald eingeführt; die Classification der Mineralien, aus dem rein chemischen Gesichtspunkte, erhielt durch jene Entdeckung eine durchgreifende Verbesserung.

Mitscherlich entdeckte auch sehr bald, daß eine und dieselbe Combination von Elementen zwei verschiedene Krystallformen annehmen kann; er begründete nämlich den sogenannten Dimorphismus, für welchen er in der Folge noch selbst die Zahl der wichtigsten Belege vermehrte.

Mitscherlich hatte hierdurch dargethan, daß eine chemische Verbindung unter verschiedenen Umständen in zwei ganz verschiedenen Gestalten krystallisirt.

Im Jahre 1823 machte er auch noch die Entdeckung, daß für die Körper, deren Gestalt nicht dem regulären System angehört, die Krystallform sich mit der Aenderung der Temperatur stets ändert, ohne jedoch sogleich eine total verschiedene zu werden. Er erklärte die nach verschiedenen Richtungen ungleiche Ausdehnung, welche solche Krystalle durch den Einfluß der Wärme erleiden; er bestimmte für mehrere Substanzen die Größe der dadurch verursachten Moleküländerung u. s. w.

Sämmtliche Theile der theoretischen Chemie und viele mit dieser herrlichen Wissenschaft in näherer Verbindung stehenden Zweige der Physik gewannen an weiterer Ausbildung. — Die atomistische Theorie erhielt besonders eine neue und wichtige Stütze, wozu Mitscherlich sehr Vieles beitrug; namentlich war er bemüht, dieselbe zu verbreiten, indem er die atomistische Constitution der Verbindungen möglichst zu veranschaulichen suchte.

Außer für die allgemeine theoretische Chemie, wirkte Mitscherlich für die anorganische Chemie und besonders wichtig war seine 1823 über die künstliche Erzeugung anorganischer Körper vollführte Arbeit; ferner verdient seine Untersuchung über die Verbindung des Natrons mit Jod, über die Sauerstoffverbindungen des Mangans, sodann die Entdeckung der eigentlichen Selenensäure Erwähnung.

Auch für die Theorie vieler chemischen Prozesse hat er tiefer eingehende Forschungen angestellt, so z. B. bei der Salpetersäure-Vereitigung u. s. w.; ferner in der anorganischen Analyse hat Mitscherlich Manches geleistet; so verdankt man ihm z. B. die Anwendung eines Gemisches aus kohlensaurem Kali und Natron statt einer einzelnen dieser Substanzen zur Aufschließung kieselensäurehaltiger Mineralien und verschiedene andere Vorschriften.

Für die organische Chemie hat Mitscherlich ebenfalls nicht wenige wichtige Forschungen angestellt. Er bemühte sich dem Apparat für die organische Analyse eine andere Form zu geben, untersuchte sodann die Constitution vieler organischer Substanzen und als besonders umfassend mußte namentlich seine Arbeit über die Zersetzungs-Producte der Benzoesäure hervorgehoben werden, wobei er eine Reihe der für die Theorie der organischen Chemie wichtigsten Verbindungen entdeckte.

Die theoretischen Ansichten, welche er aus diesen Beobachtungen folgerte, sind bestritten worden und dasselbe gilt für einige andere von ihm aufgestellte Theorien, wie z. B. die über die Constitution der Aetherverbindungen, über die Aetherbildung u. s. w. Jedoch mögen nun verschiedene seiner Arbeiten und seine selbständigen Werke hier noch specieller citirt werden.

Im Jahre 1829 erschien in zwei Bänden ein von ihm verfaßtes, vortreffliches Lehrbuch der Chemie, welches in rasch aufeinander folgenden Auflagen (4 Auflagen) sich sehr verbreitete, zu Berlin, und es wurde dasselbe auch in's Französische übersetzt.

Seine Abhandlungen finden sich in denen der Berliner Academie, den *Annales de Chimie et de Physique*, den *Annales des mines*, Poggendorff's *Annalen* und anderen Zeitschriften; so z. B. außer einer in schwedischer Sprache über krystallo-chemische Bezeichnungen, über die Krystallform der Salze, in denen das Metall der Basis in zwei Proportionen mit Sauerstoff verbunden ist (1818—1819). Ueber das Verhältniß der Krystallformen zu den chemischen Proportionen (1822—1823); über die Ausdehnung der krystallisirten Körper durch die Wärme (1825); über die Mangansäure; Uebermangansäure, Ueberchlorsäure und die Salze dieser Säuren (1831) — (sämmliche Arbeiten in den Berliner Abhandlungen veröffentlicht); über das Benzin und dessen Verbindungen (Poggendorff's *Annalen*

Bd. XXIX, 1835); über die Uebereinstimmung der Krystallformen und der chemischen Zusammensetzung der Metalloxyde, welche zwei Proportionen Metall und drei Proportionen Sauerstoff enthalten (Monatsberichte der B. Acad. 1836); über die Entdeckung der Isomorphie und die der Dimorphie (Ann. de chimie et de physique Ed. XXIV. 1823); über die Dimorphie des Schwefels (Pogg. Ann. VII. 1826); über die Selenensäure (ebendasselbst IX, 1827); über eine Oxydationsstufe des Jods (ebendasselbst XI, 1827); über das Aufschließen der Kieselossilien (ebendasselbst XIV, 1828) Essigäther aus Chlorkohlenwasserstoff und Wasser (ebendasselbst); über die Vorgänge bei der Destillation der Salpetersäure (ebendasselbst XVIII, 1830); über das Benzin und die Säuren der Talg- und Delarten (ebendasselbst XXIX, 1833); über die Benzinschwefelsäure, das Sulfbenzin etc. (ebendasselbst XXXI, 1834); Versuche über das Blut (ebendasselbst); Analyse kohlenstoffhaltiger Verbindungen (ebendasselbst XXXIII, 1834); über ein Goniometer (ebendasselbst XXIX, 1843); über die Zusammensetzung der Asche des Torfs (Monatschr. d. B. Acad. 1843); über die Entwicklung von Pflanzen in einem luftdicht abgeschlossenen Raume (ebendasselbst); über die Entwicklung und Zusammensetzung der Conserven (ebendasselbst 1847); über die Zusammensetzung der Wand der Pflanzenzelle (ebendasselbst 1850); über die Granit- und Porphyr-Geschiebe auf dem hohen Apennin in der Nähe von Neapel (mit G. Rose ebendasselbst 1850) und anderen. Diese speciellen Citate mögen die vielseitige Thätigkeit des emsigen Naturforschers vollends beweisen; wir müssen aber hinzufügen, daß der verdienstvolle Mann in allen seinen Untersuchungen sehr gründlich war. Er hielt es daher für erforderlich, auch die vulkanischen Gegenden anderer Länder durch eigne Anschauung zu untersuchen, besuchte deshalb die vulkanischen Gegenden Frankreichs und Italiens, sowie die in dieser Hinsicht wichtigen Gegenden Deutschlands: das Siebengebirge, den Westerwald, das Rhöngelbirge etc. Seine dadurch gewonnenen Erfahrungen theilte er größtentheils in Vorträgen mit; das Werk, welches er hierüber zu schreiben beabsichtigte, ist leider nicht mehr erschienen, denn der Tod überraschte den an seinem späten Lebensabend noch rastlosen Forscher, ehe er diese Arbeit zu vollenden vermochte.

Im Herbst 1861 besuchte er, wie sehr häufig, auch wieder die vulkanische Eifel, seine Gesundheit wurde aber darauf immer schwächer, obgleich ein Aufenthalt in Bonn ihm wohl that, aber nach Berlin zurückgekehrt, war er nicht mehr im Stande, seine Vorträge fortzusetzen, zog sich daher nach Schönberg zurück und wurde am 28. August 1863 durch den Tod der Wissenschaft entrißen.

Das Studium der organischen Chemie begann in Folge der Vorarbeiten des großen Berzelius' immer mehr sich zu entwickeln, und wir haben soeben gehört, daß auch Mitscherlich seine Aufmerksamkeit unter Anderem auf diese Doctrin gerichtet hatte; jedoch waren es besonders drei Männer, Dumas, Liebig und Wöhler, welche zunächst nun diesen so höchst wichtigen Zweig der organischen Chemie und deren weitere Ausbildung, vermittlest ihres schöpferischen Geistes, in einem so hohen Grade sich verdient machten.

Jean Baptiste Dumas, geboren den 14. Juli 1800 zu Mais (im Dep. Gard) war zuerst Pharmaceut in Genf, ging im Jahre 1821 nach Paris, wurde dann nach und nach, vom Jahre 1823 an, Repetent der Chemie an der École polytechnique, alsdann Professor der Chemie am Athénée, an der von ihm mit begründeten École centrale des arts et manufactures und an der Faculté der Wissenschaften (Sorbonne); Vicepräsident du conseil de l'instruction publique; Mitglied des Instituts seit 1832 und der medicinischen Academie; von 1849—1851 Minister des Ackerbaus und Handels. Dieser hervorragende französische Chemiker, Dumas, bearbeitete außerordentliche viele einzelne Zweige der organischen und anorganischen Chemie und jede Thätigkeit, welche er entwickelte, hat eine große Bedeutung für die Wissenschaft gehabt. Als Beispiel für die chemische Theorie im Allgemeinen mag als besonders wichtig seine Arbeit über das specifische Gewicht der Körper, und der Zusammenhang dieser Eigenschwere mit dem Atomgewicht erwähnt werden; namentlich wurde auch seine Arbeit über das specifische Gewicht vieler Körper im Dampfzustand mit glücklichem Erfolge gekrönt, und sehr bedeutende Wichtigkeit hatten diese Resultate für die Analyse der organischen Substanzen, wo die Bestimmung der Zusammensetzung nach Gewicht in vielen Fällen durch sein Verfahren eine wichtige Controle erhielt.

Mit Pelletier zusammen untersuchte Dumas 1823 die organischen Salzbasen und bestimmte die Zusammensetzung einer größeren Anzahl dieser Körper mit mehr Genauigkeit, als dies zuvor geschehen war. Ueber die Aether-Verbindungen arbeitete er mit Polydor v. Boullay im Jahre 1827 und er lehrte zunächst die atomistische Constitution der verschiedenen Aetherarten richtig kennen, daß nämlich ihre Elementar-Bestandtheile von wasserfreier Säure und von gewöhnlichem Aether sind. Auch wurde die nähere Kenntniß der Amidverbindungen durch seine Entdeckung und Untersuchung des Oxamids angebahnt. Ebenso arbeitete er über die flüchtigen Oele, die sich daraus abscheidenden Stearoptene und den Kampher in vielfacher Beziehung. Ihm und Péligot verdanken wir die ersten genauen Arbeiten über Holzgeist und die daraus abzuleitenden Verbindungen; er bewies die vollkommene Analogie derselben mit dem Weingeist sowie den daraus zu erhaltenden Substanzen, und bereicherte die organische Chemie mit einem der reichhaltigsten und für ihre Theorie wichtigsten Kapitel. 1840 arbeitete er über die Einwirkung, welche die Alkalien auf organische Körper bei erhöhter Temperatur ausüben; auch lehrte er zuerst die künstliche Darstellung von Säuren, welche sonst nur als natürliche Ereignisse des pflanzlichen Lebensprocesses auftreten kann. Die Untersuchung des Indigo's, welche er mit Le Royer schon im Jahre 1822 begonnen hatte, beschäftigte ihn wiederholt 1832 und 1841; die Verbindungen der Weinsäure erforschte er genauer gemeinschaftlich mit Piria im Jahre 1842. Vor Allem ist jedoch erwähnenswerth, daß Dumas eine Substitutionstheorie oder die Lehre von der Metalepsie aufstellte. Zwar huldigte Dumas der Annahme der zusammengesetzten Radicale, welche ursprünglich von Berzelius ausgegangen und hauptsächlich unterstützt worden war, eine Zeitlang; auch hatte er sich 1837

besonders deutlich für die Ansicht ausgesprochen, daß die organischen Substanzen als Verbindungen zusammengesetzter Körper zu betrachten seien, welche letztere sich wie einfache verhalten, daß der Unterschied zwischen organischen und anorganischen Verbindungen nur darin bestehe, daß die Bestandtheile der ersteren zusammengesetzte, die gleich entfernten Bestandtheile der letzteren aber unzerlegte Körper seien. Die Annahme dieser Ansicht ließ erwarten, daß seinerseits zunächst die Bestimmung versucht werden würde, welche zusammengesetzten Körper in den verschiedenen organischen Verbindungen die Rolle von einfachen spielen, welche die Radicale der verschiedenen organischen Verbindungen sind.

Dumas entwickelte jedoch fast gleichzeitig mit der Annahme jener Ansicht eine andere Theorie, wonach die organischen Verbindungen weniger in der Art geordnet werden sollen, je nachdem sie ein gleiches Radical enthalten, als vielmehr auf die allgemeine Aehnlichkeit, welche auf gleicher Zahl und gleichem Verhältniß der trennbaren Atome beruhe und die z. B. statt haben könne zwischen zwei Verbindungen, welche auf dieselbe Anzahl Kohlenstoff- und Sauerstoffatome verschiedener Mengen Chlor- und Wasserstoff-Atome enthalten, aber in der Weise, daß die Säure der beiden letzteren in den zwei Verbindungen gleich ist.

Diese Substitutionstheorie hat einen wesentlichen Einfluß auf die Wissenschaft ausgeübt. Eine genaue Erörterung derselben kann jedoch erst in der Geschichte der einzelnen Theorien und Gegenstände Platz finden.

Der Umstand, daß die Betrachtung solcher Zersetzungsproducte aus dem Gesichtspunkte der Substitutions-Theorie die empirische Atomen-Constitution vieler Verbindungen in einen Zusammenhang bringt, wurde nicht allgemein als Beweis anerkannt, um als Leitfaden für die Erkenntniß der rationellen Constitution dienen zu können.

Einer allgemeinen Annahme der Ansicht, daß alle organischen Verbindungen in Gruppen zerfallen und geordnet werden müssen, deren Glieder eine gleiche Anzahl von Aequivalenten und zwar auf dieselbe Weise verbunden, enthalten, und mit derselben Grundeigenschaft begabt sind, stand außerdem die Unsicherheit im Wege, welche Dumas selbst über die Entdeckung dieser Bedingungen gelassen hat.

Die Aufstellung einer solchen Theorie hat die Entdeckung mehrerer interessanten Körper zur Folge gehabt, z. B. die der Chloressigsäure, welche im Jahre 1838, und die der Chlorvalerisinsäure, welche im Jahre 1840 *rc.* entdeckt wurde. — (Uebrigens wird, da hier nur Andeutungen gegeben worden sind, im 2. Theil ausführlicher davon die Rede sein).

Dumas hat sich überhaupt als ein Mann von eignen reichen Erfahrungen bewährt, welche von wesentlicher Bedeutung für die Wissenschaft gewesen sind und wir müssen mit Recht zugeben, daß Dumas wirklich ein Genie genannt zu werden verdient. Er hat verstanden, aus vereinzelteten Thatfachen allgemeine Schlüsse zu ziehen, aus demselben allgemeinen Gesichtspunkte abzuleiten und selbst die Wissenschaft durch mannichfache Forschungen zu bereichern. Namentlich verdienen seine

Arbeiten im Gebiete der physiologischen Chemie, sowie Versuche zur Erklärung der chemischen Vorgänge in dem lebenden Körper des thierischen und pflanzlichen Organismus hervorgehoben zu werden; sodann seine Arbeiten über das Blut, welche er 1820—1823 in Gemeinschaft mit Prévost ausführte, Erwähnung.

Einige seiner zahlreichen Untersuchungen, welche er in Abhandlungen publicirte, mögen beispielsweise hier noch specieller notirt werden: „Examen du sang et de son action dans les divers phénomènes de la vie (Annales de Chimie et de Physique XVIII. 1821 et XXIII. 1823); sur l'emploi de la pile dans le traitement des calculs de la vessie (ebendaſelbſt XXIII. 1823); sur la lumière, qui se développe au moment, où l'acide borique fondu se sépare en fragments (ebendaſelbſt XXX. 1826); sur l'influence qu'exerce l'électricité développée par le contact des métaux sur les dépôts de carbonate de chaux dans les tuyaux de plomb (ebendaſelbſt); Mémoire sur quelques points de la théorie atomistique (ebendaſelbſt); sur un chlorure des manganese remarquable par la volatilité (ebendaſelbſt XXXVI. 1827); Mémoire sur la formation de l'éther sulfurique; mit Boullay fils (ebendaſelbſt); sur l'oxamide (ebendaſelbſt XLIV. 1830); sur l'or fulminant (ebendaſelbſt); sur la théorie des chlorures (ebendaſelbſt); sur l'isomérisie; sur diverses combinaisons de l'hydrogène carboné (ebendaſelbſt XLVIII. 1831); sur les chlorures de soufre (ebendaſelbſt XLIX. 1832); sur les combinaisons de l'hydrogène et du carbone (ebendaſelbſt L. 1832), sur l'huile de moutarde noire (mit Pelouze ebendaſelbſt LIII. 1833); sur l'huile de cannelle, l'acide hippurique et l'acide sébacique (mit E. Péligot, ebendaſelbſt LXXII. 1834); sur les types chimiques (ebendaſelbſt LXXIII. 1840; 2. Abhandlung mit Stass; daſelbſt LXXIV. 1840; 3. Abhandlung ebendaſelbſt mit Péligot); sur le véritable poids atomique du carbone (mit Stass, Ann. de chimie et de physique 3. Serie I. 1841); sur les types chimiques (4. Abhandlung ebendaſelbſt II. 1841; 5. Abhandlung mit Piria ebendaſelbſt V. 1842); sur les matières azotées neutres de l'organisation (mit Cahours ebendaſelbſt VI. 1842); sur l'engraissement des bestiaux et la formation du lait (mit Boussingault et Payen, ebendaſelbſt VI. 1842); sur l'acide cacodylique et le sulfure de cacodyle (ebendaſelbſt); sur la nature du camphre ordinaire (mit Péligot Comptes rendus IV. 1837); sur l'état actuel de la chimie organique und: sur la constitution de quelques acides (beides mit Liebig, ebendaſelbſt 1837); Mémoire sur la loi des substitutions et de la théorie des types (ebendaſelbſt, X. 1840); sur la protoxyde d'azote liquide (ebendaſelbſt XXVII. 1848) und viele andere. Seine Abhandlungen wurden wie hieraus sich ergibt, in den Annales de chimie et de Physique, Comptes rendus, außerdem aber auch in dem Journal de Physique, in dem Journal de Pharmacie, dem Journal de Chimie médicale, Quesneville's Revue scientifique et industrielle, den Ann. de l'industrie nationale, deren Mitbegründer er ist, und anderen Journalen veröffentlicht. Auch betheiligte er sich seit 1824 an der Herausgabe der Annales des sciences naturelles, und von selbständigen Werken

erschien sein *Traité de Chimie appliquée aux arts*, 8 vol. 8 Paris 1828—48 (Deutsch von Buchner, Nürnberg, 1844—1849.); seine 1836 gehaltenen Untersuchungen über die Entwicklung und den theoretischen Theil der Chemie wurden 1837 zu Paris unter dem Titel: „*Leçons sur la philosophie chimique*“ herausgegeben, wovon 1839, durch Kammelsberg besorgt, eine deutsche Uebersetzung erschien. Einzelne Untersuchungen von ihm erschienen außerdem noch abgesondert, so z. B. 1841 in Paris *Essai sur la statique chimique des êtres organisés*. 2. Aufl. 1842 (Deutsch von Vieweg, Leipzig 1844); *Thèse sur la question de l'action du calorique sur les corps organiques*. Paris 1838. — *Phénomènes qui accompagnent la contraction de la fibre musculaire* (mit J. Prévost.) Paris 1823.

Als ein auch unter dem größeren Publikum genugsam bekannter ruhmvoller Chemiker, dessen Leistungen mit Dumas' Arbeiten im nächsten und genauen Zusammenhange stehen, muß der allgemein gefeierte Freiherr Justus von Liebig in München unsere Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Derselbe wurde am 13. Mai 1803 in Darmstadt, wo sein Vater eine Farben- und Materialwaaren-Handlung hatte, geboren, und schon früh wurde in ihm durch Versuche, über Bereitung von Farben und chemischen Producten, die Neigung zur experimentellen Chemie erregt; es wurde diese durch das Studium chemischer Werke, die ihm aus der Darmstädter Hofbibliothek in reichlicher Auswahl zu Gebote standen, ausgebildet. Die Chemie beschäftigte ihn schon damals fast ausschließlich, so daß er seine Gymnasialstudien dadurch vernachlässigte, und in seinem vierzehnten Jahre auch in der so reichhaltigen Hofbibliothek wohl kein Band eines chemischen Journals vorhanden war, welchen er nicht durchlesen hätte. Es war kein chemischer Versuch bekannt, den er nicht nach Maßgabe seiner Mittel wiederholte. Seine Genauigkeit im Experimentiren und seine Beobachtungsgabe sollen schon früh sehr scharf gewesen sein. Daneben wurde er durch ein sehr gutes Gedächtniß begünstigt. Der einzige Wunsch dieses genialen Mannes war in seiner Jugendzeit, sich ganz der Chemie zu widmen, welchem sein Vater nachgab, und zu welchem Zwecke derselbe ihn zu einem Apotheker in Heppenheim bei Darmstadt in die Lehre gab. Er blieb indessen dort nur zehn Monate, da sein Sinn für das wissenschaftliche Studium der Scheidekunst hier in keiner Weise Rechnung fand; er kehrte daher nach Darmstadt zurück, lebte dort noch ein halbes Jahr, um sich für die Akademie vorzubereiten, bezog dann die Universität Bonn und später Erlangen, wo er unter Kastner theoretische Chemie trieb, sich auch mit anderen Naturwissenschaften bekannt machte, und die versäumten Sprachkenntnisse nachzuholen sich bestrebte.

Der Umgang mit ausgezeichneten Männern, welche gleichzeitig in Erlangen studirten, wirkte sehr anregend für ihn, so z. B. der Umgang mit Platen, mit dem er noch lange Zeit in freundschaftlichem Verhältniß stand, dem Botaniker Bischof, dem späteren Professor der technischen Chemie zu Nürnberg Engelhard. Auch übten Schelling's Untersuchungen einen Einfluß auf ihn aus, über welchen er später als nachtheilig für seine Fortschritte in praktischer Forschung sich aussprach. Als Liebig 1822 Erlangen verließ, waren schon einige Leistungen

von ihm über das Verhalten des Quecksilbers zu Alkalien, über die Bereitung verschiedener als Farbmittel dienender Verbindungen u. bekannt geworden, und Liebig setzte, durch eine liberale Unterstützung von Seiten des Großherzogs Ludwig I. von Hessen begünstigt, 1822 seine chemischen Arbeiten in Paris fort, wo er mit Runge, Mitscherlich und G. Rose bekannt wurde. Er besuchte dort die Vorlesungen Gay-Lussac's, Thénard's, Dulong's u.; zugleich suchte er die bis dahin von ihm ziemlich vernachlässigten mathematischen Kenntnisse nachzuholen; arbeitete für sich noch weiter über die Verbindungen der Knallsäure.

Die Darlegung der bei dieser Untersuchung gewonnenen Resultate vor der Akademie der Wissenschaften erwarb ihm die Aufmerksamkeit und das Wohlwollen A. von Humboldts, welcher zur Zeit in Paris sich aufhielt. Durch das Ansehen dieses Gelehrten unterstützt, konnte Liebig mit mehr Erfolg die vorzüglichsten Hülfsmittel, welche ihm Paris bot, brauchen, und von dem größten Einfluß auf seine Richtung wurde namentlich die genaue Bekanntschaft mit Gay-Lussac, an welchem Liebig in jeder Beziehung eine feste Stütze gewann; denn dieser gestattete ihm, in seinem sonst nicht leicht zugänglichen Privat-Laboratorio, unter seiner Leitung zu arbeiten; sie vollendeten hier gemeinschaftlich die Arbeit über die Knallsäure, und Liebig hatte Gelegenheit, mit Gay-Lussac's ausgezeichneten Untersuchungs-Methoden und Anschauungsarten sich vertraut zu machen. A. Humboldt veranlaßte Liebig, dem Lehrfach sich zuzuwenden und bewirkte auch, daß Liebig's in Erlangen erworbener Doctorgrad, nach bestandnem Examen, für die Habilitation in Gießen anerkannt wurde. Schon im Jahre 1824 wurde er in seinem 21. Lebensjahre zum außerordentlichen Professor der Chemie an der Universität zu Gießen ernannt und zwei Jahre später, 1826, erhielt er die ordentliche Professur der Chemie daselbst (bis 1852). Die Anerkennung und die Hülfsmittel, welche ihm zu Theil wurden, sowie überhaupt die ihm verliehenen Ehrenbezeugungen, z. B. die im Jahre 1845 erfolgende Erhebung in den Freiherrnstand, gaben ihm Veranlassung, daß er an der Giesener Universität blieb, trotzdem daß andere Staaten, namentlich England ihn anzuziehen suchten. wiewohl er später bekanntlich (nämlich 1852) einem Rufe nach München als Professor ord. der Chemie folgte, wo er gleichzeitig zum Mitgliede der dortigen Akademie der Wissenschaften creirt wurde. — Von 1855 gehört er als auswärtiges Mitglied der Berliner Akademie an. Liebig hat bekanntlich in sehr vielseitiger Weise gewirkt und die verschiedenartigsten Zweige der Chemie bebaut; der anorganische Theil verdankt ihm viele einzelne Untersuchungen und seine Forschungen im Bereiche der organischen Chemie haben nicht allein in qualitativer Hinsicht, sondern vorzugsweise in Betreff der quantitativen Bestimmungen außerordentlich viel gefördert und genützt; denn vor seiner Zeit wurde die Ausmittelung der quantitativen Zusammensetzung organischer Substanzen selten versucht und von wenigen Meistern der Wissenschaft mit Erfolg ausgeführt. Liebig brachte es dagegen dahin, daß diese Operation mit Leichtigkeit und Zuverlässigkeit gelang, welche ihre Ausführung allgemein verbreitete und jeden Chemiker in den Stand setzte, an der Ausbildung der organischen Chemie durch Aus-

führung von Elementaranalysen Theil zu nehmen und dieselbe zu fördern. Die großartigen, schwer zu behandelnden und nur den Geschicktesten anzuvertrauenden Vorrichtungen, zur Analyse organischer Substanzen, wurden bald mit einem einfachen und leicht zu handhabenden Apparat vertauscht, dessen Zweckmäßigkeit sich bis heute bewährt hat, wenn auch in jüngerer Zeit manche Verbesserungen empfohlen und eingeführt worden sind, die selbst auf die directe Bestimmung des Sauerstoffs sich ausdehnen. Uebrigens haben wir Liebig nicht allein die Verbesserung einer Methode zur Analyse zu verdanken, sondern Liebig hat mit Hilfe der Analyse die Elementar-Constitution einer größeren Anzahl organischer Substanzen ausgemittelt; hauptsächlich untersuchte er die organischen Säuren genauer und in größerer Anzahl; so z. B. die Knallsäure, die Kohlenstickstoffsäure; die Entdeckung und Analyse der Hippursäure, die Untersuchung der Aepfelsäure, Chinasäure, Roccellsäure, des Kamphers und der Kamphersäure, welche letztere er als reines Oxydationsproduct des ersteren nachwies, der Milchsäure, Chinasäure, der Mesonsäure und ihrer Zersetzungsproducte, des Asparagins, der Harnsäure, die Entdeckung und Untersuchung der Denanthsäure (diese gemeinschaftlich mit Pelouze); sodann die Untersuchung der Mandelsäure und Ameisensäure, sowie vieler anderen Säuren gebührt Liebig. Er lehrte ferner eine große Menge neuer Thatsachen besonders in einer Arbeit über die Constitution der organischen Säuren kennen. Ferner machte er sich um die Untersuchung der vegetabilischen Salzbasen sehr verdient, welche die Ansichten über die Zusammensetzung dieser wesentlich berichtigte und aufklärte. Er lehrte auch die besten Methoden kennen, das Atomgewicht der Alkaloide zu bestimmen und trug das Meiste zur Erkenntniß der Abhängigkeit zwischen ihren Verbindungs-Verhältnissen und ihrer Zusammensetzung bei.

In Betreff der Abkömmlinge des Alkohols, erweiterte er die Kenntniß besonders durch seine Arbeiten über die Verbindungen der Schwefelweinsäure, über den Chloräther und die Producte überhaupt, welche durch Einwirkung des Chlors auf Aether und Alkohol entstehen, wobei er die Entdeckung des Chlorals und anderer neuen Körper machte. Er suchte ferner die Theorie der Aetherbildung durch eine neue Versuchsreihe aufzuklären. — Die aus Essigsäure entstehenden Verbindungen lehrte er durch seine Untersuchung des Brenzessiggeistes und des Acetals besser kennen. 1835 machte er die Entdeckung des Aldehyds und über die verschiedenen Zuckerarten und Anwendungen, welche sie erleiden, stellte er 1834 eine größere Untersuchung an. Ganz besondere Erweiterungen brachten Liebig's Untersuchungen für die Erkenntniß der mit Cyan im Zusammenhange stehenden Körper. Hieher gehört z. B. seine Untersuchung der Knallsäure; er lehrte das Schwefelcyan isolirt darstellen und an diese Entdeckung schloß sich die der Zersetzungsproducte, des Schwefelchans, des Mellons, der Chanylsäure, des Melams und mehrerer anderen Körper an, deren Eigenschaften und Verbindungs-Verhältnisse er genau untersuchte. Außerdem verbreiteten noch über viele Cyanverbindungen seine Arbeiten mehr Licht; so z. B. noch über die Bildung des Blutlaugensalzes u. Ferner ist besonders Liebig's Ansicht über die Gährung und die damit verwandten Er-

scheinungen hervorzuheben. Seine Erklärung stützte sich darauf, daß chemische Action, das Eintreten einer Zersetzung oder das Eingehen in eine Verbindung, bei einem Körper dadurch eingeleitet werden kann, daß er sich mit einem andern in Zersetzung begriffenen oder für sich schon des Eingehens in die Verbindung fähigen Körper in Verührung befindet. — Sowie nach Liebig's Ansicht ein Ferment mit einem Gährungs-Material in Verührung kommt, werden die Moleküle des Ferments, welche in Bewegung sich befinden, diese den Molekülen des Gährungsmaterials mittheilen und so eine Bewegung veranlassen, welche durch die ganze in Gährung begriffene Flüssigkeit sich verbreitet und die Erscheinung derselben hervorruft.

Hauptsächlich sind aber Liebig's Leistungen in der Anwendung der Chemie auf Physiologie und Agricultur hervorzuheben. Liebig gebührt bekanntlich das Verdienst, daß er einen tiefen Blick in den pflanzlichen Organismus warf, und die Vorgänge im thierischen Organismus, welche auf chemischer Action beruhen, zu erklären suchte. Es sind zwar Liebig von vielen Seiten Einwürfe gemacht worden; auf der einen Seite nämlich von Seiten der Landwirths, auf der andern Seite von den Physiologen und Anatomen, aber dennoch gebührt Liebig das Verdienst, die Bahn für ein ganz neues Feld gebrochen zu haben. Er suchte das Materielle in den Bedingungen zu ermitteln, welche zu der Entwicklung der Pflanzen nothwendig sind, und zu erforschen, in welchen Verbindungen diejenigen Substanzen der Pflanzen dargeboten werden müssen, durch deren Aufnahme diese sich entwickeln; er suchte die Resultate dieser Untersuchungen mit den Ergebnissen in Zusammenhang zu bringen, welche die Empirie bei dem Ackerbau, bei der Cultur der Pflanzen überhaupt dargethan hat; er suchte den Erfahrungen der Agricultur auf diese Weise theoretische Grundlagen zu schaffen, welche dann auf jenen Gewerbszweig fördernd einwirken könnten und gewirkt haben; er bemühte sich, die Unternehmungen darin von einem lediglichen Probiren zu einem Aufschwung von Folgerungen, welche sich aus constatirten Fundamental-Gesetzen ableiten, zu erheben. Den Einfluß, welchen die verschiedenen landwirthschaftlichen Operationen auf den Boden, die Wirkung, welche die Zusammensetzung des Bodens auf das Gedeihen der Pflanzen ausübt, suchte er genauer nachzuweisen, und die zahlreichen einzelnen Beobachtungen, welche zerstreut vorlagen, nicht allein durch neue zu vermehren, sondern diese mit jenen insgesammt von einem allgemeinen Gesichtspunkte zu betrachten. Eben dieselbe Art der Untersuchung dehnte er zugleich auf die Thierphysiologie aus und suchte die Entstehung der Gebilde aus den Bestandtheilen der Nahrungsmittel, die Umwandlung, welche die letzteren bei ihrem Uebergang in die ersteren erleiden, den Antheil, welchen die Nahrung an den Lebensfunctionen, z. B. an der Respiration hat, den Zusammenhang zwischen dem Stoffwechsel und der Kraft-Erzeugung u. s. w. nach chemischen Grundsätzen zu erklären. Liebig hatte ferner einen beträchtlichen Antheil an der Entwicklung der Lehre von den organischen Radicals, und er gehörte zur Zeit zu den bedeutendsten Vertheidigern der Ansicht, daß die organischen Verbindungen als solche betrachtet werden müssen,

in denen zusammengesetzte Stoffe sich wie einfache verhalten, mit Sauerstoff zu Oxyden, mit Wasserstoff zu Wasserstoffsäuren u. verbunden sind, welche Verbindungen mit anderen, z. B. mit Wasser u., den Gesetzen gemäß, sich vereinigen können, nach welchen die Zusammensetzung der einfachen und complicirten anorganischen Verbindungen sich ordnen läßt.

Liebig hat die Lehre von den Radicalen, wonach er z. B. den Aether (Aethyloxyd $C_4 H_5 O$) als ein Oxyd eines elektro-positiven Radicals des Kohlenwasserstoffs: Aethyl ($C_4 H_5$), den Alkohol ($C_4 H_5, HO$) als ein Hydrat dieses Oxyds, als ein Aethyloxydhydrat betrachtete, sehr allgemein durchzuführen gesucht, auch mit Wöhler gemeinschaftlich, außer den vielen anderen, solche ausgeführt, welche vorzüglich zu dieser Annahme geleitet haben. Gegenwärtig ist freilich die Radicalen-Theorie, vorläufig bemerkt, sehr in den Hintergrund getreten, weil ihr vielfach der Vorwurf gemacht wird, daß die Mehrzahl der hypothetischen zusammengesetzten Radicale nicht, sondern bis dahin nur ein kleiner Theil derselben dargestellt werden konnte; sie ist durch die Typen-Theorie und deren weitere Ausbildung in jüngster Zeit gänzlich verdrängt worden; — indessen davon später a. a. O. und im II. Theil.

Liebig's Forschungen, von denen einige hier nur cursorisch angedeutet worden sind, haben eine gewaltige Ausdehnung und Vielseitigkeit in Anspruch genommen, der Wissenschaft eine wesentliche Ausbildung und Bereicherung verliehen, ja zum größten Theil Epoche gemacht; auch mit seinem Freunde Wöhler hat er eine lange Reihe von Jahren gemeinschaftlich gearbeitet, und die Productionen Liebig's und Wöhler's, dieser beiden deutschen Notabilitäten, auf dem Gebiete der Chemie, haben den Keim der Wissenschaft beträchtlich erweitert, die Schöpfung neuer Theorien hervorgerufen und ältere verbessert.

Ueberschauen wir die Untersuchungen, worüber Liebig Abhandlungen in folgenden verschiedenen Journalen: in Kastner's Archiv, in Schweigger's Journal der Chemie und Physik, in Poggendorff's Annalen, hauptsächlich den Annalen der Chemie und Pharmacie (s. weiter unten) den Annales de chimie et de physique, dem Journal de chimie medicale, den Comptes rendus der Pariser Akademie veröffentlichte, so müssen wir die Mannichfaltigkeit bewundern, und möchten daher noch einige bestimmtere Citate dieser Leistungen des höchst genialen Chemikers hier nicht unangebracht sein, so z. B. über eine neue Bereitung der Cyansäure (Poggendorff's Annalen XV. 1828); Mém. sur l'argent et le mercure fulminant (Annales de chimie et de physique XXIV. 1823); Analyse de fulminate d'argent (ebendaselbst XXV. 1824); sur la décomposition de fulminate d'argent par l'acide hydrosulfurique (XXXIII. 1826); sur quelques cyanates (ebendaselbst XXXIII. 1826); über die Darstellung von ätzendem Kali (Geiger's Magazin XXXV. 1831); über Doppelschloride u. s. w. (Poggendorff's Annalen XI. 1827); Untersuchung der Kohlenstickstoffsäure (ebendaselbst XIII. 1828); über Davy's Platinniederschlag u. s. w. (Poggendorff's Annalen XVII. 1829); über die Säure im Harn der grasfressenden Vierfüßer

(ebendasselbst); über eine Zerlegungsmethode organischer Substanzen (ebendasselbst XVIII. 1830); über Zerlegung der Honigsteinsäure mit Wöhler (ebendasselbst); über Darstellung des Magnesiums (ebendasselbst XIX. 1830); über Untersuchung der Chansäure (mit Wöhler ebendasselbst XX. 1830); Analyse mehrerer organischer Substanzen, nebst Beschreibung des dazu benutzten Apparats (ebendasselbst XXI. 1831); Darstellung des metallischen Titans (ebendasselbst); Darstellung des Chlorals (ebendasselbst); über die Zusammensetzung der Weinschwefelsäure (mit Wöhler ebendasselbst XXII. 1831); über Trennung des Eisenoxyds von anderen Oxyden durch kohlensaure Erden (ebendasselbst XXIII. 1831); über Zerlegungsproducte des Alkohols durch Chlor (ebendasselbst XXIV. 1832); Radical der Benzoesäure (mit Wöhler ebendasselbst XXIV. 1832); über die Zerlegung des Acetals, Holzgeistes und Essigäthers (ebendasselbst XXVII. 1833); über die Constitution des Aethers und seiner Verbindungen (ebendasselbst XXXVI. 1836); über die Meconsäure und Metameconsäure (ebendasselbst XXXI. 1834); über die Substitutions-Theorie von Dumas und die Constitution des Aethers (ebendasselbst XL. 1837); über Bildung des Bittermandelöls (mit Wöhler ebendasselbst XLI. 1837); über Chlorkohlenstoffe, den schweren Salzäther und das Chloral (Liebig's Annalen I. 1832); über Zusammensetzung des Caffeins (ebendasselbst mit Pfaff); Bemerkungen zu Thénard's Abhandlung über Wasserstoffschwefel (ebendasselbst II. 1832); über Bildung der Blasensteine (ebendasselbst III. 1832); über die Zusammensetzung der Citronensäure (ebendasselbst V. 1833); über das Benzol (ebendasselbst IX. 1834); über die Darstellung des Aluminiums (ebendasselbst XVII. 1836); über die Bildung des Oxamids aus Oxaläther durch Ammoniak (ebendasselbst X. 1834); über Mellon, Melam u. s. w. (ebendasselbst X. 1834); über Denansäureäther, Schleimsäure u. s. w. (mit Pelouze IX. 1834); über die Darstellung des Nicotin (ebendasselbst XVIII. 1836); über die Aethertheorie (ebendasselbst XXIII. 1837); über die Purpursäure (mit Wöhler ebendasselbst XXIX. 1839); über die Constitution der organischen Säuren (ebendasselbst XXVI. 1836); über Dumas' Substitutions-Theorie (ebendasselbst XXXIII. 1840); über Wechselwirthschaft und Dünger (ebendasselbst XLVI. 1841); über die Bildung des Blutaugensalzes (ebendasselbst XXXVIII. 1841); über den Lebensprozeß der Thiere und der Atmosphäre (ebendasselbst XLI. 1842); über die Darstellung des Chantaliums; (ebendasselbst XLIV. 1842); über die Constitution der organischen Säuren und ihrer Salze (ebendasselbst XLIV. 1842); über die Opiansäure (mit Wöhler ebendasselbst); über den Ernährungsprozeß der Pflanze (ebendasselbst LXII. 1844); Gerhardt und die organische Chemie (ebendasselbst LVII. 1845); über den Einfluß der Chemie auf die Landwirthschaft (ebendasselbst LXXIV. 1851); über Rhyanurensäure (ebendasselbst LXXXVI. 1853); über die Darstellung der Ferrochanswasserstoffsäure (ebendasselbst LXXXVII. 1853); über Versilberung und Vergoldung des Glases (ebendasselbst XCVIII. 1851); über die Darstellung des Wasserglases (ebendasselbst CII. 1857).

Diese Citate, deren wir noch eine große Anzahl anführen könnten, mögen

hinreichen um die vielseitige Forschung des ausgezeichneten Experimentators und genialen Geistes, welcher hier in Rede steht, zu bewahrheiten! —

Nicht minder zahlreich sind die ausgezeichneten selbständigen Werke, welche Liebig veröffentlicht hat; sie sind folgende:

Anleitung zur Analyse organischer Körper (Braunschweig 1827 2. Auflage 1833); über das Studium der Naturwissenschaften und über den Zustand der Chemie in Preußen (ebendasselbst 1840); die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie (ebendasselbst 1840 in verschiedenen Auflagen, 6. Auflage 1846). Thierchemie oder die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie (ebendasselbst 1842 in verschiedenen Auflagen, 3. Auflage 1847); Handbuch der organischen Chemie mit Rücksicht auf Pharmacie (aus der vom ihm besorgten letzten Ausgabe von Geiger's Handbuch der Pharmacie, Heidelberg 1043); Chemische Briefe (ebendasselbst in verschiedenen Auflagen); außerdem verschiedene kleinere, sehr werthvolle, agricultur- und zoochemische Schriften; ferner ein Handwörterbuch der reinen und angewandten Chemie, in Verbindung mit Wöhler und Poggenдорff und anderen Gelehrten (Braunschweig, 2. Auflage redigirt von Fehling); Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie, Physik, Mineralogie und Geologie, in Verbindung mit Kopp, Will und anderen Naturforschern (Gießen jährlich ein Band von 1848 bis heute); Annalen der Chemie und Pharmacie, in Verbindung mit Wöhler, und Kopp (Heidelberg und Leipzig), eine Zeitschrift, welche 1823 von Hänle als Magazin der Pharmacie gegründet, seit 1824 von Geiger fortgesetzt wurde (mit welchem letzteren Liebig 1831 sich zur Redaction dieses Journals vereinigte) später, unter der Redaction der genannten Chemiker und obigem Titel, ein Organ der meisten Forschungen bildete und noch bildet.

Der schon mehrfach erwähnte ebenfalls berühmte Chemiker Wöhler, welcher mit Liebig gemeinschaftlich sehr Vieles leistete, hat sich in gleicher Weise große Verdienste um die Wissenschaft erworben.

Friedrich Wöhler wurde den 31. Juli im Jahre 1800 in dem kurhessischen Dorfe Eschersheim (nahe bei Frankfurt a. M.), wo sein Vater ein Landgut bewirthschaftete, geboren. Den ersten Unterricht genoß Wöhler in dem nahe liegenden Städtchen Rödelheim, wo sein Vater sehr bald sich niederließ; Die Naturwissenschaften sollen, wie man sagt — dem Verfasser hat es sein alter Lehrer Wöhler nicht berichtet, — Wöhler schon früh angezogen haben, wie dies gewöhnlich von später großen Männern behauptet wird; es dürfte jedoch die Liebhaberei für die Naturwissenschaft, wenigstens für das Sammeln von Naturkörpern, die Neigung Experimente anzustellen, sobald die Gelegenheit sich hierfür bietet, bei den meisten Kindern und Jünglingen, wenn nicht immer gefunden, doch leicht erweckt werden können. — Auf Wöhler soll namentlich ein gewisser Dr. Buch in Frankfurt, wohin meines würdigen Lehrers, des jetzigen Geh. Ober-Medicinalraths Wöhler's Familie später übersiedelte, anregend eingewirkt haben. Eine gemeinschaftliche Arbeit mit Buch, über den Selengehalt des Krassliger

Eisenkieses führte Wöhler's Namen zuerst in die Literatur unserer Wissenschaft ein.

Im Jahre 1820 begab sich Wöhler nach Marburg, um Medicin zu studiren, beschäftigte sich aber nebenbei auch eifrig mit chemischen Studien; 1820 bezog er die Universität Heidelberg, wo er durch Leopold Gmelin animirt wurde, seine chemische Richtung weiter zu verfolgen. Er bestimmte ihn sogar 1823, als Wöhler zu Heidelberg zu einem Doctor medicinae promovirt wurde, das Vorhaben, practischer Arzt zu werden, aufzugeben und sich ganz der Chemie zu widmen. Er wandte sich nun auch zu dem Ende, um eine weitere Ausbildung zu genießen, an Berzelius, welcher ihm seine Belehrung gestattete. Er arbeitete daher in dessen Laboratorium vom Herbst 1823 bis in die Mitte des Jahres 1824. Ehe Wöhler aber nach Deutschland zurückkehrte, begleitete er Berzelius und M. und Ad. Brogniart, auf einer wissenschaftlichen Reise durch Schweden und Norwegen, welche ihn mit vielen Naturforschern in persönliche Berührung brachte. Im Herbst 1824 kehrte Wöhler mit der Absicht nach Deutschland zurück, um als Docent sich in Heidelberg niederzulassen; jedoch wurde dieser Plan sehr bald aufgegeben, da Wöhler als Lehrer der Chemie an die neu eingerichtete städtische Gewerbeschule zu Berlin berufen wurde. Er folgte diesem Rufe im Jahre 1825 und blieb dort bis 1832, wo ihn Familien-Verhältnisse veranlaßten, Cassel als Wohnort zu wählen.

In dieser Stadt privatisirte er einige Zeit, wurde aber bald für die damals dort gegründete höhere Gewerbeschule zum Lehrer der Chemie und zum Mitglied der Direction dieser Anstalt ausersehen, vertauschte jedoch diesen Wirkungskreis 1836, in Folge einer Berufung, mit der Professur der Chemie in Göttingen, wo er für solche bis heute noch thätig ist und mit vielen Ehrenbezeugungen gekrönt worden ist, ihm verschiedene Titel: Hofrath, Geh. Ober-Medicinalrath und Orden (sogar von Seiten des Kaisers der Franzosen, auch eine Aluminium-Medaille), gespendet wurden. Auch fungirte er daselbst als General-Inспекtor der Apotheken in der jetzigen Königlich-preussischen Provinz Hannover, trat aber diese Funktion 1850 an den Professor Wiggers, welcher ihm adjungirt war, ab. — Wöhler ist gleichzeitig Mitglied der Societät der Wissenschaften, seit 1835 auswärtiges Mitglied der Berliner Academie, sowie mehrerer auswärtigen Gelehrten-Gesellschaften Mitglied.

Wöhler und Liebig arbeiteten viel gemeinschaftlich; wenn sie auch ihre Forschungen getrennt ausführen mußten, so tauschten sie doch gegenseitig ihre Ideen aus und publicirten die Resultate ihrer Untersuchungen in Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie, in den Göttinger gelehrten Anzeigen, den Annalen der Chemie und Pharmacie etc. Gemeinschaftlich arbeiteten sie ferner auch, wie schon erwähnt, am Handwörterbuch der Chemie, dessen Redaction Wöhler von 1840 an beitrug.

Wöhler hat sich um die anorganische Chemie, durch Aufdeckung vieler wichtigen Thatfachen, sehr verdient gemacht; so z. B. durch eine große Anzahl von

Mineralanalysen, Verbesserung in der Methode dieselben durchzuführen, durch Darstellungsarten bis dahin unbekannter aber schwer zu erhaltender Substanzen. Namentlich sind in dieser Beziehung seine Verbesserung in der Bereitung des Kaliums, welche er 1823 ausführte, die im Jahre 1824 ausgeführten Untersuchungen der Wolfram-Verbindungen, die Abscheidung des Berylliums und Yttriums im Jahre 1828, die Isolirung des Aluminiums 1827 hervorzuheben. Damals ist zwar dieses Element durch Wöhler nur in Pulverform, später aber, im Jahre 1842 in Gestalt kleiner Metallkügelchen erhalten und bekanntlich, durch den Franzosen Deville, im Jahre 1854, im Großen abgeschieden worden, wodurch Wöhler's Name bedeutend an Ruf in weiteren Kreisen gewonnen hat, und auch zu der erwähnten Ehrenbezeugung von Seiten des Kaisers der Franzosen Veranlassung gegeben wurde.

Im Bereiche der organischen Chemie lieferten seine Untersuchungen über das Cyan und dessen Verbindungen im Jahre 1821 günstige Resultate, sowie über Schwefelblausäure, Jodcyan, Cyansäure, 1824 die Entdeckung einer eigenthümlichen Verbindung des Cyans mit Schwefelkohlenstoff *cc.* Diese Untersuchungen beschäftigten ihn bis 1830, wo er sich mit Liebig insofern vereinigte.

Außerordentlich wichtig war aber die im Jahre 1828 ausgeführte künstliche Darstellung des Harnstoffs, da hierdurch das erste Beispiel geliefert wurde, daß eine organische Substanz durch chemische Mittel aus anorganischen Stoffen erzeugt werden kann.

Ferner ist die Honigsteinsäure, worüber Wöhler 1826 und 1840 arbeitete, zu erwähnen.

Uebrigens hat Wöhler noch eine bedeutende Anzahl von Untersuchungen gefördert, durch welche viele wichtige Thatsachen aufgedeckt worden sind; jedoch würde die Aufzählung zu weit führen, um so mehr, wenn auch derjenigen Forschungen gedacht werden sollte, die unter seiner Leitung ausgeführt worden sind. Ohnehin wird in dem weiteren Verfolg der Geschichte der Wissenschaft noch viel Gelegenheit geboten werden, um der glücklichen Resultate der Forschungen Wöhler's Erwähnung zu thun. Es mag nur angeführt werden, daß Wöhler auch die Anwendung der Chemie auf die Technik, wenn auch nur in einem gewissen Grade, förderte, und daß er auch für die theoretische Chemie wichtige Beiträge lieferte, und insofern sind namentlich diejenigen hervorzuheben, welche mit den Lehren vom Dimorphismus im Zusammenhange stehen; so unterstützte er z. B. wesentlich die Lehre vom Dimorphismus durch seine Arbeit über die dimorphen Substanzen: arsenige Säure und Antimonoxyd, welche beide zwei verschiedene Gestalten annehmen können, die aber bei den beiden Körpern dieselben sind. 1841 machte er ferner die wichtige Entdeckung, daß dimorphe Körper einmal in amorphem, das andere Mal in krystallinischem Zustande gewonnen, eine Verschiedenheit des Schmelzpunktes zeigen *cc.* Kurz es ließe sich von Liebig's und Wöhler's Leistungen ein ganzes Buch schreiben, da aber beide Notabilitäten noch in voller Wirksamkeit sind, und eine Geschichte der Chemie gewöhnlich von Fachmännern oder doch von solchen

Männern zur Hand genommen wird, welche die Chemie als hauptsächlichste Hülfswissenschaft betreiben, so glaubt der Verfasser, daß allen denen, die überhaupt mit unserer Wissenschaft intensiv sich beschäftigen, die Leistungen Wöhler's und Liebig's hinreichend bekannt sein werden. — Dennoch mag hier angeführt werden, daß Wöhler's schriftstellerische Leistungen vorzugsweise in Gilbert's und Poggendorff's Annalen, auch den Annalen der Chemie und Pharmacie, dem Journal für practische Chemie, den Göttinger gelehrten Anzeigen, den Denkschriften der Stockholmer Akademie, Tiedemann's Zeitschrift für Physiologie zu finden sind, und daß Wöhler's selbständigen Werke sich auf seinen Grundriß der Chemie (2 Bdchn. 1833. Berlin, 11. Auflage des ersten Grundrisses der anorganischen, 5. Auflage des 2. oder der organischen Chemie 1854), auf die Mineral-Analyse mit Beispielen; Göttingen 1861; 2. Auflage, und auf die Herausgabe schwedischer Werke, in deutscher Sprache, sich beziehen. Was diese schwedischen Werke betrifft, so gab er Hisinger's mineralogische Geographie von Schweden, im Jahre 1826, Berzelius' Lehrbuch der Chemie, von 1825 und Berzelius' Jahresbericht, von 1825 an, heraus (S. unter „Berzelius“). Daß er mit Liebig, Poggendorff und anderen Chemikern ein Handwörterbuch herausgegeben hat, ist bereits unter „Liebig“ erwähnt worden (S. diesen S. 197).

Immerhin mögen, trotz des Gesagten, von Wöhler's zahlreichen Untersuchungen zum Schluß noch einige speciell citirt werden: „Ueber das Selen (Gilbert's Annalen LXIX. 1821); über einige Verbindungen des Cyans (ebendasselbst); Bildung der Cyansäure auf neuem Wege (ebendasselbst LXXXIII. 1823); — om nigra foremaingar of Wolfram (Vetensk. Acad. Handl. 1824); analytische Versuche über die Cyansäure (Poggendorff's Annalen I. 1824; Verbindungen von salpetersauren Salzen mit Cyaniden (ebendasselbst I. 1824), Untersuchungen über den Wolfram (ebendasselbst II. 1824); Wirkung des Palladiums auf die Weingeistflamme (ebendasselbst 1825); über das Verhalten des Cyans zu Ammoniak, Schwefelwasserstoff und Schwefelkalium (ebendasselbst); vortheilhafte Darstellung des Kaliums (ebendasselbst IV. 1825); neue Vereitung des Chromoxyduls (ebendasselbst X. 1827); über die Darstellung des Aluminiums ebendasselbst (XI. 1827); über die Zersetzung von Chlormetallen, durch ölbildendes Gas (ebendasselbst XIII. 1828); künstliche Bildung des Harnstoffs (ebendasselbst XII. 1828); Verhalten des knallsauren Silbers zu Salmiak (ebendasselbst XV. 1829); Darstellung des Berylliums und Yttriums (ebendasselbst XIII. 1828); Bildung von Harnstoff aus Harnsäure (ebendasselbst XV. 1829); neue Gewinnungsmethode des Phosphors (ebendasselbst XVII. 1829); Zerlegung der Honigsteinsäure (mit J. Liebig, ebendasselbst XVIII. 1830), Untersuchung der Cyansäure (mit demselben, ebendasselbst XX. 1830); Zusammensetzung der Weinschwefelsäure (mit demselben, ebendasselbst XXII. 1831); Zerlegung des Arsenikniedels (ebendasselbst XXV. 1832); über die Dimorphie der arsenigen Säure (ebendasselbst XXVI. 1832); über die Dimorphie des Antimonoxyds (ebendasselbst XXVI. 1832); über das Radical der Benzoesäure (mit Liebig ebendasselbst); leichte Darstellung des übermangansauren Kalis

(ebendasselbst XXVII. 1833); Darstellung des krystallisirten Chromoxyds (ebendasselbst XXX. 1834); über die Gewinnung des Iridiums und Osmiums aus den Platinrückständen (ebendasselbst XXXI. 1834); über Marce's Kanticorhyd (mit Liebig ebendasselbst XLI. 1837); über die Natur der Harnsäure (mit demselben ebendasselbst); über den Vanadiningehalt des Uranpfecherzes (ebendasselbst LIX. 1841); Untersuchung des Nicotins und dessen Zersetzungsproducte (LXI. 1844); zur Kenntniß des Aluminiums (ebendasselbst LXIV. 1845 und LXIII. 1848); über das Silicium (ebendasselbst XCVII. 1856); Zusammensetzung des Caffeins (Liebig's Ann. I. 1832); über Aluminium und Chloraluminium (ebendasselbst XVII. 1836); über die Analyse der Rothgültigerze (ebendasselbst XXVII. 1838); über die Oxydation des Eisens durch Eisenoxyd (ebendasselbst XXVIII. 1838); Eigenschaften der Tantalssäure (ebendasselbst XXXI. 1839); über Naphthalinschwefelsäure (ebendasselbst XXVII. 1841); Zusammensetzung des Guano (ebendasselbst); über eine neue Construction der galvanischen Säule (ebendasselbst XXXIX. 1841); über Opianssäure (mit J. Liebig; ebendasselbst XLIV. 1842); Buttersäureäther (XLIX. 1844); über das Vorkommen von Chinasäure im Tannensplint (ebendasselbst LII. 1844); Cyanfaures Methoxyd und cyanfaures Methoxyd (mit Liebig, ebendasselbst LIV. 1843); über die Bezoarsäure mit Merklein (ebendasselbst LV. 1845); über Einwirkung der Cyanssäure auf Alkohol und Aldehyd (mit J. Liebig, ebendasselbst 1846); über das Thialdin und Selenaldin (mit demselben, ebendasselbst LXI. 1847); über die Constitution der Cyanssäure (ebendasselbst LXII. 1847); Methode der Darstellung reiner Titansäure (ebendasselbst LXXIV. 1850); neue Verbindung des Tellurs (ebendasselbst LXXXIV. 1852); über eine Bildungsweise des Phosphorsuperchlorids (ebendasselbst XCIII. 1855); über Tellurmethyl (mit Dean ebendasselbst), über das Bor (mit St. Claire Deville, ebendasselbst IV. 1858); verbesserte Darstellung des krystallisirten Chinins (ebendasselbst CII. 1857); Verhalten des Bors zum Stickstoff (ebendasselbst CV. 1858); über die Affinität zwischen Stickstoff und Titan (mit St. Claire Deville, ebendasselbst CIII. 1857); über krystallisirte Verbindungen des Aluminiums mit anderen Metallen (CXV. 1860) u. s. w.

Was Wöhler als Lehrer im Laboratorium ist und in welcher Weise er auf seine Schüler wirkt, wissen diese, zu denen auch der Verfasser als dreijähriger Schüler sich zählen darf, am besten zu würdigen. Wöhler ist ein scharfer Beobachter und sucht auch seine Schüler an genaue Beobachtung zu gewöhnen, namentlich auf selbstständiges und selbstthätiges Arbeiten hinzulenken, damit sie nicht mechanische Nachbeter, sondern klare Denker werden, welche baldigst sich selbst zu helfen wissen. — Aus der Wöhler'schen und Liebig'schen Schule sind schon manche tüchtige Chemiker hervorgegangen, welche ihren würdigen Lehrern vielen Dank schulden, aber denselben auch Ehre machen.

Obgleich nun nicht zu erwarten ist, daß die sämtlichen Chemiker, welche wirksam waren oder es noch sind, hier aufgeführt werden, so kann doch der Verfasser nicht umhin, hier, zum Schluß des allgemeinen Theils, einer Reihe von Chemikern zu

gedenken, welche doch eine gewisse Bedeutung für die Wissenschaft haben, zum Theil aber als hervorragende Gelehrte bezeichnet werden dürfen. Manche von ihnen sind freilich schon zu den Vätern gegangen; Andere sind noch in voller Wirksamkeit für die Wissenschaft! — Einen Sertürer, Götting, Fuchs, Pfaff, Trommsdorff, Döbereiner, Robiquet, Graham, Thomson, den erwähnten Deville, ferner Gerhardt, Pelouze, Frémy, Chr. Smelin, Leopold Smelin, Löwig, Bischof, Bunsen, Kolbe, Hofmann, Stein, Erdmann, Otto, Kopp, Scherer, v. Gorup-Besanez, Lehmann, Wittstein, J. Vogel, Mohr, Kaiser, Feing, Will, Fresenius, Knapp, Perroz, Saussure, Regnault, Mosander, Mulder, Hermann und, Andere in einer größeren oder minderen Kürze zu erwähnen, ohne eine bestimmte chronologische Reihenfolge genau zu beobachten, kann der Verfasser nicht unterlassen.

Zunächst mag jedoch an mehrere lebende, sehr hervorragende deutsche Chemiker gedacht werden, welche als bedeutende Förderer der Wissenschaft und Fachmänner, als Koryphäen Wöhler und Liebig an die Seite gestellt werden können, einige derselben, als ehemalige Schüler der genannten Männer, diesen Ehre machen.

Vor allen Anderen ist besonders der sowohl als Chemiker und Physiker, wie auch als Geolog so hochberühmte Bunsen zuvörderst der Aufmerksamkeit in hohem Grade würdig.

Robert Wilhelm Bunsen ist am 11. März 1811 in Göttingen geboren worden und an der Universität daselbst von 1833—1836 als Privatdocent, von 1836—1838, an Wöhlers Stelle, als Lehrer der Chemie an der polytechnischen (oder höheren Gewerbe-) Schule zu Cassel, darauf (in Folge eines Wechsels mit Winkelblech) von 1838—57 als Professor der Chemie an der Universität zu Marburg, 1851—52 an der Universität zu Breslau, geschehenen Berufungen zufolge, wirksam gewesen und, durch einen Ruf, der ebengenannten Universität sobald wieder entzogen, von 1852 bis heute, als Professor der Chemie und des academischen Laboratorii zu Heidelberg thätig.

Bunsens genialer Geist und glänzender Vortrag haben ihm nicht allein als Lehrer einen großen europäischen und transatlantischen Ruf erworben, ihn nicht allein beliebt gemacht, sondern er ist durch seine großartigen Forschungen und Entdeckungen, als rastloser Förderer der Chemie, Physik und Geologie, für die Geschichte dieser Wissenschaften unsterblich geworden.

Noch in der jüngsten Zeit haben wir die schlagendsten Beweise, durch Bunsen's, in Verbindung mit Kirchhoff ausgeführte herrliche Schöpfung der sog. Spectral-Analyse, gehabt, wie sehr, in wie ganz außerordentlich hohem Grade die Wissenschaft dem großen Forscher zur Dankbarkeit verpflichtet ist. — Bunsen veröffentlichte die Resultate seiner Forschungen größtentheils in den Annalen von Liebig und Wöhler, in Poggendorff's Annalen; mehrere derselben, wie z. B. „Ueber eine volumetrische Methode von sehr allgemeiner Anwendbarkeit“ (Heidelberg 1854); die Spectral-Analyse u.; „das Eisenoxydhydrat, ein Gegengift

der arsenigen Säure“ (mit Berthold, ebendasselbst 1834, 2. Aufl. 1837) u. sind aber auch als Monographien in Broschüren erschienen.

In den erwähnten Journalen veröffentlichte Bunsen z. B. Abhandlungen über folgende Untersuchungen: über die Verbindungen der Doppelcyanüre mit Ammoniak; die Doppelcyanüre; Schmelzbarkeit des Iridiums; die Hohofengase und deren Benutzung als Brennmaterial; die Gichtgase des Kupferschiefers zu Friedrichshütte; Darstellung des metallischen Chroms auf galvanischem Wege; Gewinnung der Erd- und Alkalimetalle; über Kakadyl und dessen Verbindungen; Darstellung des Lithiums; Reduction des Aluminiums; über die chemische Verwandtschaft, Analyse verschiedener Mineralien u. Ange deutet worden ist früher bereits, daß Bunsen auch als Physiker und Geolog sich einen großen Ruf erwarb; Bunsen's Zinkkohlen-Batterie, dessen Verdienste um den Galvanismus, physikalische Beobachtungen über die Geiser Islands, über die Prozesse der vulcanischen Gesteinsbildung in Island, über das Steinkohlen führende Terrain der toskanischen Maremmen, seine Beobachtungen über das Gesetz der Gasabsorption sind unter anderen hinreichend bekannte Arbeiten des großen Meisters, welchen wir als einen der größten gegenwärtig lebenden Naturforscher Deutschlands bezeichnen dürfen.

Als einen höchst verdienstvollen ruhmreichen Naturforscher (vorzugsweise im Gebiete der Chemie, Geologie und Physik) und Technolog, unter die ersten Koryphäen und Celebritäten Deutschlands und der ganzen civilisirten Erde gehörig, müssen wir mit Recht ferner den würdigen und strahlend hervorleuchtenden Karl Gustav Christoph Bischof bezeichnen. Dieser notable und berühmte Mann, eine glänzende Pflanze in der Reihe der größten Naturforscher des 19. Jahrhunderts, wurde den 18. Januar 1792 zu Nürnberg geboren, habilitirte sich an der Universität zu Erlangen und fungirt seit 1819, in Folge seiner erspriesslichen Wirksamkeit, mit vielen Ehrenbezeugungen decorirt, als Professor der Chemie und Technologie an der Universität zu Bonn.

Seine zahlreichen Arbeiten beziehen sich sowohl auf selbständige Werke, als auch namentlich Abhandlungen über naturwissenschaftliche Forschungen, welche letzteren er hauptsächlich in Schweigger's Journal, Karsten's Archiv, Kästner's Archiv, Poggendorff's Annalen, Leonhard's und Bronn's Jahrbuch, in den Münchener gel. Anzeigen, James Journal u. s. w. publicirte. — Es mögen einige Beispiele sowohl der ersteren d. h. der selbständigen Opera, als auch der letzteren hier angeführt werden: Lehrbuch der reinen Chemie (Bonn 1824); Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie (2 Bände 1847—1855 Bonn), eins der ausgezeichnetsten Werke dieser Art; Lehrbuch der Stöchiometrie (Erlangen 1817); die Wärmelehre des Innern unseres Erdbörpers, (Leipzig 1837); vermehrt und verbessert als: The physical, chymical and geological researches on the natural heat of the globe (London 1841); Mémoire sur l'airage des Mines; (gekrönt und veröffentlicht von der Akademie zu Brüssel (1840); mit A. Goldfuß: Physikalisch-statistische Beschreibung des Fichtelgebirges (2 Bde.

Nürnberg 1817); mit Nees v. Esenbeck und Ritter: die Entwicklung der Pflanzensubstanz (Erlangen 1819); die vulkanischen Mineralquellen Deutschlands und Frankreichs (Bonn 1824), und mehrere andere; ferner an Abhandlungen: über Untersuchung der brennbaren Gase in den preussischen Steinkohlengruben; Untersuchung des Wasserstoffgases; Zersetzung des Ammoniaks; Analyse des Phenakits; über die Elementaranalyse organischer Substanzen; Bestimmung des Antimongehalts eines Erzes; Wirkung der chemischen Verwandtschaft in der Ferne; Theorie der Aetherbildung; Mittel, die Fällung des Eisenoxydes aus Mineralwässern zu verhüten; über einen neuen Pyrophor; Untersuchung der Luft in den Hühnereiern; über Barometer und Barometer-Correctionen; magnetische Eigenschaften einiger Gebirgsarten des Fichtelgebirges; Verfahren, die elektrochemische Reihe der Metalle zu bestimmen; über Volta's Fundamentalversuch; über die natürlichen Kohlensäure-Exhalationen am Laacher See; Bildung der Gangmassen; die Gletscher in ihrer Beziehung zur Hebung der Alpen; Phosphoreszenz unterirdischer Rhizomorphen; über die Quellen-Verhältnisse am Teutoburger Wald; Gesetz der Temperatur-Zunahme nach dem Erdinnern; physikalische und chemische Beobachtungen in den Schweizer-Alpen; über die Bildung phosphorsaurer Mineralien; Resultate der chemischen Zerlegung von 71 Quellen; on the Natural history of Volcanoes and Earthquakers und mehrere andere u. s. w. u. s. w.

A. W. Hofmann (Dr. phil.), geboren zu Gießen am 8. April 1818, war nach seiner Studienzeit zunächst Assistent am chemischen Laboratorium (bei Liebig) in Gießen, von 1845—48 Professor extr. der Chemie an der Universität zu Bonn, darauf einem Rufe nach London folgend, Professor der Chemie am Royal College of Chemistry daselbst (auch Mitglied der Roy. Society seit 1851); vor wenigen Jahren von London zurückberufen, bekleidet er gegenwärtig, als Mitscherlich's Nachfolger, eine ordentliche Professur der Chemie an der Universität zu Berlin und ist auch Mitglied der Berliner Akademie der Wissenschaften.

Hofmann hat sich besonders im Bereiche der organischen Chemie, als scharfsinniger Chemiker und genialer Forscher, als eifrigster Förderer und erweiternder Schöpfer dieses Zweiges des wissenschaftlich-chemischen Lehrgebäudes bewährt. Besonders hervorragend sind seine eminenten Arbeiten über die künstlichen organischen Basen.

In Liebig's Annalen, in denen Hofmann die meisten Resultate seiner Forschungen niederlegte, finden wir eine große Anzahl herrlicher Leistungen, wie z. B. über die organischen Basen des Steinkohlentheers, über das Ryanol, Leukol und Chinolin, Cyanilin, Anilsäure; über das Trimethylanilin in der Häringelake; Zersetzungsproducte des Anilins; Beiträge zur Kenntniß der organischen Basen; Anwendung der organischen Chemie auf Parfümerie; Gaslampe für Laboratorien; Anwendung von Gas als Brennmaterial bei organischen Analysen; über Insohinsäure; über antimon-arsen- und phosphorhaltige Platin- und Goldglasuren; Toluidin; Salicylverbindungen, Thialdin, Triäthylsäure u. v. a.

Manche seiner Abhandlungen hat A. W. Hofmann, der noch fast täglich

die Wissenschaft bereichernde große Forscher in dem Quarterly Journal of the chemical Society und in den Philosophical Transactions veröffentlicht. In jüngster Zeit hat derselbe auch in weiteren Kreisen durch die Herausgabe seiner „Vorträge über die moderne Chemie“ sich rühmlichst bekannt gemacht.

Otto Linné Erdmann (geboren zu Dresden den 11. April 1804), ursprünglich Pharmaceut, Dr. phil., 1825 Docent, 1827 außerordentlicher Professor und seit 1838 ordentlicher Professor an der Universität zu Leipzig, ist in der chemischen Welt als ausgezeichnete, mit Ruhm bedeckter Forscher hinreichend bekannt, besonders durch sein Journal für technische und ökonomische Chemie, welches in 18 Bänden in Leipzig von 1828—1833 erschien; noch mehr durch sein ebenfalls daselbst von 1834 bis heute erscheinendes Journal für praktische Chemie, welches zum Theil Schweigger-Seidel, und R. F. Marchand förderten, und gegenwärtig in Verbindung mit G. Werther herausgegeben wird. In beiden Journalen veröffentlichte Erdmann zahlreiche Aufsätze, z. B. über Weißkupfer, Schlacken-Analysen, mannichfache Mineral-Analysen; über Peucedanin; Platinirung des Glases; Zusammensetzung der Stearinsäure; Entstehung der Baldriansäure, über Aepfelsäure; Atomgewicht einfacher Körper; Bildung des Cyans, der Buttersäure; Atomgewicht des Calciums, des Eisens; mit Lehmann: über den Harnzucker u. s. w.; mit Marchand: über die quantitative Bestimmung des Stickstoffs, sowie über Picrotoxin; über Melliithsäure; über Bابلash und viele andere interessante Gegenstände. — Erdmann gab dann auch eine Monographie über Nickel (Leipzig 1827), ein Lehrbuch der Chemie (1828, 4. Auflage 1851), einen Grundriß der Waarenkunde (ebendasselbst 1833; 3. Auflage 1857) heraus.

Karl Jacob Löwig (geboren den 17. März 1803 zu Kreuznach in der preussischen Rheinprovinz); ist als Förderer der organischen Chemie, sowohl als Lehrer, wie auch als Forscher rühmlich in der chemischen Welt bekannt; sein glänzender Vortrag, seine Forschungen und die Herausgabe selbständiger Werke haben Löwig wie den verschiedenen letzteren Chemikern unter den ersten Kronphäen der Chemie des 19. Jahrhunderts einen hohen Rang verliehen.

K. Löwig, phil. et med. Dr., war von 1830—1833 Privatdocent an der Universität zu Heidelberg, hierauf Professor der Chemie an der Universität und oberen Industrieschule in Zürich bis 1853, wo er als ordentlicher Professor der Chemie an die Universität zu Breslau berufen wurde, und als solcher, unter verschiedenen erwiesenen Ehrenbezeugungen, wie der Ernennung eines Hofraths, noch gegenwärtig fungirt.

Von den ausgedehnten Leistungen, dieses ausgezeichneten, hervorragenden Meisters der Wissenschaft, mögen folgende beispielsweise hier erwähnt werden: Ueber das Brom und seine chemischen Verhältnisse (Heidelberg 1829); Lehrbuch der Chemie (ebendasselbst 1832); Chemische Untersuchung der Mineralwässer zu Guvoni im Canton Schwyz (Zürich 1834); die Mineralquellen zu Baden im Aargau (ebendasselbst 1837); Untersuchung der Schwefelquelle zu Schinzenach (Aarau 1844); Chemie der organischen Verbindungen, 2 Bände (Zürich 1839—40;

2. Auflage Braunschweig 1847); Repertorium für organische Chemie (3. Jahrgang, Zürich 1841—1843); theoretische Beobachtungen über die sauren und basischen Eigenschaften der nicht-metallischen Körper (Zürich 1834); über Bildung und Zusammensetzung der organischen Verbindungen (ebendasselbst 1843); Grundriß der organischen Chemie (Braunschweig 1852).

Löwigs Untersuchungen wurden größtentheils in Poggendorff's Ann., in Erdmann's Journal u. veröffentlicht, z. B.: über Brom, Bromal, das Del der Spiraea ulmaria, Bildung der Krokonsäure; Theorie der Amide; Umwandlung der Traubensäure in Weinsäure; über den Zusammenhang zwischen Atomvolumen und Atomgewicht der flüssigen Verbindungen; über Schwefelwasserstoff und Selenwasserstoffäther; Schwefelcyan-Aethyl; Schwefelblausäure; mit S. Weidmann über Ammoniak u.; hierauf mit E. Schweizer über Stibäthyl; sodann über Zinnäthyl, Methplumbäthyl u. s. w.

Ebenfalls hervorragend und die organische Chemie sehr fördernd ist hier Adolf Wilhelm Hermann Kolbe (Dr. phil.) geboren den 17. September 1818 zu Wiesen bei Göttingen, ein Schüler Wöhler's, Assistent Bunsen's, eine Zeit lang in England als Chemiker wirksam, auch in Braunschweig Redacteur u. des Handwörterbuchs der Chemie von Poggendorff, Wöhler und Liebig; seit 1851 ord. Professor der Chemie an der Universität zu Marburg (damals Bunsen's Nachfolger) und seit einigen Jahren, dem an ihn ergangenen Rufe gefolgt, als ord. Professor der Chemie an der Universität zu Leipzig thätig.

H. Kolbe gab ein ausführliches Lehrbuch der organischen Chemie (zunächst zu Graham-Otto's Lehrbuch der Chemie; 2 Bände Braunschweig) heraus und lieferte, im Bereiche der organischen Chemie, sehr interessante Abhandlungen in Liebig's Annalen, z. B. über die Zusammensetzung des Getreidefuselöls, über die Einwirkung des Chlors auf Schwefelkohlenstoff, Zersetzung der Nitroweinsäure durch den elektrischen Strom; Elektrolyse organischer Verbindungen; chemische Constitution der organischen Radicale; Bildungsweise des Cinnamylwasserstoffs; über Williamson's Wasser-, Aether- und Säuretheorie; über die chemische Constitution der Nitrile und andere. — Wie erwähnt, war er Redacteur und Mitarbeiter des genannten Handwörterbuchs.

Karl Gotthelf Lehmann (med. Dr.), geboren den 7. März 1812 zu Leipzig, gestorben zu Jena 1862, wurde 1837 Privatdocent, 1842 Prof. extr., 1847 Nominalprofessor der physiologischen Chemie und Professor ord. in der medicinischen Facultät an der Universität zu Leipzig, aber 1856 als Professor ord. der allgemeinen Chemie, Director des chemischen Laboratorium's und Hofrath nach Jena berufen, wo leider zu früh, schon im 50. Lebensjahre, der Tod ihn der Wissenschaft entriß.

Lehmann war ein höchst talentvoller und begabter Mann, scharfsinnig in seinen Forschungen, und als solcher hat er in der physiologischen Chemie manche Bahn gebrochen und Ausgezeichnetes geleistet; auf der anderen Seite war er, dem Verfasser persönlich bekannt, auch ein höchst lebenswürdiger Mensch und vortrefflicher Lehrer.

Seine Leistungen sind hinreichend bekannt. Ein von ihm verfaßtes Taschenbuch der theoretischen Chemie, welches in Leipzig erschien, hat sechs Auflagen (von 1840—1854) erlebt, und als eben so ausgezeichnet dürfen die folgenden von ihm herausgegebenen Werke hingestellt werden:

Lehrbuch der physiologischen Chemie, 3 Bände (Leipzig 1842—1845; 3. Aufl. 1853); Lehrbuch der allgemeinen Chemie (6. Auflage 1854); Handbuch der physiologischen Chemie (Leipzig 1854); Zoochemie (mit Heppert, Heidelberg 1858).

Seine Untersuchungen wurden, außer in seinen physiologisch-chemischen Werken, vorzugsweise in Erdmann's Journal, in den Abhandlungen der Königlich-sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig publicirt, so z. B. über Harnbenzoesäure im diabetischen Harn; Harnzucker, Harn; über die Verdauung, Blutanalysen u.

Wilhelm Heinrich Heintz (phil. Dr.), geboren den 4. November 1817 zu Berlin, war zuerst Privatdocent in Berlin, alsdann 1851 Prof. extr. und 1856 Prof. ord. an der Universität zu Halle, wo er als solcher gegenwärtig noch wirkt.

Heintz hat sich um den Ausbau und die feste Begründung der organischen Chemie, und zwar besonders der Constitution der Fettsäuren, um die Aufdeckung einer unter denselben bestehenden Gesetzmäßigkeit außerordentlich verdient gemacht. — Er ist, dem Verfasser persönlich genau bekannt, als Lehrer mit einem glänzenden Vortrage begabt, sowie als Forscher ausgezeichnet zu nennen. Heintz veröffentlichte 1853 ein Lehrbuch der Zoochemie (Berlin), schrieb schon 1844: *de acido saccharico ejusque salibus*; publicirte aber außerdem zahlreiche Abhandlungen, vorzugsweise über organisch-chemische Untersuchungen, hauptsächlich in Poggendorff's Annalen, in der Zeitschrift für gesammte Naturwissenschaften, sowie in anderen Zeitschriften; z. B. eine quantitative Bestimmung des Harnstoffs, der Harnsäure; Kreatin; Milchsäure im Muskelfleisch; Zuckersäure und ihre Salze; Margarinsäure; Stearinsäure; Zusammensetzung des Menschenfetts; Zusammensetzung des Rindstalts, Hammeltalts u. Mit Wiebel zusammen redigirte Heintz von 1848 bis auf die neueste Zeit, die Zeitschrift für gesammte Naturwissenschaften.

Eugen Franz von Gorup-Besanez, Freiherr (geboren d. 15. Jan. 1817 zu Graz in Steiermark), ein Schüler Buchner's sen. und Wöhler's (auch Liebig's?), med. Dr., Prof. (extr. 1847, ord. 1855) der Chemie an der Universität zu Erlangen, machte sich besonders um die Zoochemie verdient und gab auch eine Anleitung zur qualitativen und quantitativen zoochemischen Analyse (Erlangen 1850; 2. Auflage 1854); Untersuchungen über die Galle (ebendasselbst 1846); Untersuchungen im Gebiete der zoochemischen Analyse (ebendasselbst 1850) heraus.

Seine Abhandlungen sind zum Theil in Liebig's Annalen veröffentlicht worden, z. B. über Ameisensäure in den Brennnesseln, eine neue Säure der Thymusdrüse, über Buttersäure in den Früchten des Seifenbaumes; über die chemischen Bestandtheile der Drüsenflüssigkeiten, zus. mit F. Will: über Guano; ferner die Verbreitung der Kieselerde im Thierreich; Kieselergehalt der Vogelfedern u. u. Außerdem

veröffentlichte er auch zahlreiche Aufsätze in Buchner's Repertorium, Schmidt's medicinischen Jahrbüchern, den Zenaïschen Annalen, Rosen's und Wunderlich's Archiv für physiologische Heilkunde.

Als einer der bedeutendsten und hervorragendsten Naturforscher, in specie Chemiker und Physiker, ist der in der ganzen chemischen Welt der civilisirten Erde eines großen Rufes sich erfreuende Hermann Kopp, Sohn des ebenfalls bekannten vormaligen Professors der Chemie, Physik u. Joh. Heinr. Kopp, am Lyceum zu Hanau. Derselbe wurde am 30. October 1817 zu Hanau geboren, erlangte die philosophische Doctorwürde und habilitirte sich 1841 als Dozent an der Universität zu Gießen, wurde daselbst 1843 Professor extr. und 1853 Professor ord. der Chemie und Physik an der genannten Universität, gegenwärtig, seit einigen Jahren, Professor der allgemeinen theoretischen und physikalischen Chemie u. an der Universität zu Heidelberg.

H. Kopp ist, gleich den anderen Koryphäen: Liebig, Wöhler, Dumas, Bunse u. c., ein Mann von einem so hervorragenden Talent und von so bedeutendem Ruf, hat sich durch ganz ausgezeichnete, von der größten Anzahl der Chemiker sich unterscheidende, glänzende Leistungen in der vielseitigsten Weise bekannt gemacht, daß kaum ein Wort nöthig sein würde, um seinen Ruhm hervorzuheben und seiner Verdienste zu gedenken, wenn nicht eine gemeinsame Pflicht geböte, gerade diesem eminenten Naturforscher einen gebührenden Platz einzuräumen; denn die Wissenschaft ist ihm zu großem Dank verpflichtet.

Des würdigen Mannes Leistungen sind, wie erwähnt, sehr mannichfaltig; mögen jedoch wenigstens einige derselben hier Erwähnung finden.

Vor Allem ist die herrliche Geschichte der Chemie (4 Bände 1843—47), das ausgezeichnetste derartige Werk, welches die chemische Literatur überhaupt besitzt, hervorzuheben, und welches auch dem Verfasser des vorliegenden Compendiums als Muster diene, hierfür als größere Quelle benutzt wurde und herrliche Dienste leistete. Ferner schrieb H. Kopp über die Modification der mittleren Eigenschaft oder über die Eigenschaften der Mischungen, in Rücksicht auf die inneren Bestandtheile (Frankfurt a. M. 1841); über das specifische Gewicht der chemischen Verbindungen (ebendaselbst 1841); eine Einleitung in die Krystallographie u. nebst Atlas (Braunschweig 1849); mit J. Liebig gab er den wohl bekannten, ausgezeichneten, alleinigen Jahresbericht über die neuesten Fortschritte der Chemie, Physik, Mineralogie und Geologie jährlich (von 1848 und 1849 an u. f.) in Gießen heraus; sodann redigirt er, mit Wöhler und Liebig, die Annalen der Chemie und Pharmacie, und ist er Mitarbeiter an dem Handwörterbuch der reinen und angewandten Chemie von Liebig, Poggendorff und Wöhler u.

Kopp lieferte seine vielen Abhandlungen über seine tiefen Forschungen vorzugsweise in Poggendorff's Annalen und in die Annalen der Chemie und Pharmacie, so z. B. über die Construction eines Differentialthermometers, die Volumtheorie; über den Isomorphismus; über specifisches Gewicht, Wärmeausdehnung und Siedepunkt einiger Flüssigkeiten; über die specifische Wärme einiger Flüssig-

keiten; über Voluminometer; über Atomvolumen, Isomorphismus und spezifisches Gewicht; Zersetzung des Mercaptans durch Salpetersäure; über den Zusammenhang zwischen der chemischen Constitution und einigen physikalischen Eigenschaften bei flüssigen Verbindungen; über das Atomgewicht des Seleniums; über spezifische Volumina flüssiger Verbindungen; über spezifisches Gewicht, Wärmeausdehnung, und den Siedpunkt einiger Flüssigkeiten; über die Abhängigkeit des Siedpunktes und des spezifischen Volums flüssiger Verbindungen von der chemischen Zusammensetzung; Beiträge zur Stöchiometrie, die physikalischen Eigenschaften chemischer Verbindungen u.

Joh. Christian Poggendorff, geboren den 29. December 1796 zu Hamburg, war von 1812—1820 Pharmaceut, erlangte in Berlin 1834 die philosophische, in Königsberg 1844 die medicinische Doctorwürde; ist seit 1834 Professor an der Universität zu Berlin und seit 1839 Mitglied der Akademie der Wissenschaften daselbst.

Poggendorff, dieser ausgezeichnete Naturforscher, hauptsächlich auf dem Gebiete der Physik, ist Herausgeber der schon vielfach erwähnten Annalen der Physik und Chemie, in denen er, wiewohl auch in anderen Zeitschriften zahlreiche, besonders physikalische Untersuchungen niederlegte, so z. B. über ein neues Instrument zum Messen der magnetischen Abweichung, Tafel über die Atomgewichte der Elemente; Folgerungen aus Graham's Diffusionsgesetz, Sammlungen einiger chemischen Tafeln neuer Construction; über die Zink-Eisenkette; über die Theorie der Dampfbildung; Einwirkung des galvanischen Stroms auf den inducirenden vorhandenen Strom; über das Verhalten des Quecksilbers, bei seiner elektromagnetischen Rotation, und außerdem eine kaum übersehbare Anzahl sehr wichtiger, jedoch meistens in den Bereich der Physik gehörenden Forschungen.

Poggendorff ist Mitherausgeber des schon mehrfach erwähnten Handwörterbuchs der neuen und angewandten Chemie, schrieb Lebenslinien zur Geschichte der exacten Wissenschaften (Berlin 1853) und gab 1863 in Leipzig das ausgezeichnetste ganz allein dastehende „Biographisch-Literarische Handwörterbuch zur Geschichte der exacten Wissenschaften“ heraus, welches Nachweisungen über Lebensverhältnisse und Leistungen von Naturforschern und Mathematikern enthält, und auch dem Verfasser dieses Compendiums als große Quelle herrliche Dienste leistete.

Heinrich Will, geboren den 8. December 1812 zu Weinheim (Baden) war Assistent bei Geiger und Gmelin in Heidelberg, erlangte 1839 in Gießen die philosophische Doctorwürde, habilitirte sich daselbst 1844 als Privatdocent, und wurde 1845 zum Professor extr., 1853 zum Professor ord. der Chemie an der genannten Universität creirt.

H. Will ist als ausgezeichneter Analytiker ruhmvoll bekannt, sowohl durch seine meistens in Liebig's Annalen publicirten Untersuchungen, als auch durch selbständige Schriften. Vor Allem mag hier seine Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse, nebst Tafeln, in verschiedene Sprachen übersetzt, hervorgehoben werden. Dieser ausgezeichnete Führer erschien zuerst 1846 in Heidelberg und

erlebte bereits zahlreiche Auflagen. Ferner gab er mit Fresenius über Prüfung der Potasche, Soda und des Braunsteins eine Schrift (Heidelberg 1843) heraus.

An Untersuchungen (theils allein, theils mit Etling, Varrentrapp, Fresenius und Böttger ausgeführt) publicirte er z. B. folgende: über Chelidonin und Jervin; über das ätherische Nautenöl; Darstellung des Veratrin-säure-Aethers; neue Methode der Stickstoff-Bestimmung in organischen Verbindungen; über die Constitution des ätherischen Oels des schwarzen Senfs; über Zusammensetzung des meconsauren Kalis; Zusammensetzung der Rhodizonsäure; über eine Reihe Untersuchungen von Mineralquellen u. s. w. u. s. w.

Karl Remigius Fresenius (Dr. phil.), geboren den 28. December 1818 zu Frankfurt a. M., vormal's Pharmaceut, später ein Schüler Liebig's, Assistent an dessen Laboratorium und Privatdocent zu Gießen, später Gründer, Besitzer und Director des chemischen Laboratoriums zu Wiesbaden, Professor der Chemie, Physik und Technologie am landwirthschaftlichen Institute daselbst und Geh. Hofrath u. s. w., hat sich in der Wissenschaft sowohl durch seine hinreichend bekannten Werke, als auch durch Uebersetzungen sehr ausgezeichnet und sich einen großen Ruf erworben, so z. B. durch seine Anleitung zur qualitativen und desgleichen zur quantitativen Analyse (Braunschweig zuerst 1846; später in zahlreichen Auflagen erschienen, auch in verschiedene Sprachen übersetzt); ferner durch sein Lehrbuch für Landwirth u. s. w. (ebendaselbst 1847; ebenfalls in verschiedene Sprachen übersetzt); chemische Untersuchungen der wichtigsten Mineralwasser Nassaus (Wiesbaden); mit Will eine Schrift über Potasche und Soda u. s. w. Außerdem veröffentlichte er zahlreiche Untersuchungen, vorzugsweise in den Annalen der Chemie und Pharmacie auch in Erdmann's Journal; z. B. über Trennung des Antimons vom Arsen; über Doppelsalze der Weinsäure und Inulin-säure, über Kali und Natron; Bestimmung der Phosphorsäure und der Magnesia; Untersuchung der nassauischen Thone; Verhütung des Kesselsteins u. v. andere.

Richard Felix Marchand (phil. et med. Dr.), geboren den 25. August 1813 zu Berlin, gestorben 2. August 1849 zu Halle, ein höchst genialer Mann, als Forscher und Lehrer berühmt, in dem socialen Leben als Mensch in einem höchsten Grade liebenswürdig, war zunächst (1838) Lehrer der Chemie an der Artillerieschule und daneben seit 1840 Privatdocent an der Universität zu Berlin, seit 1843 Professor extr. ord., seit 1846 Professor ord. der Chemie an der Universität zu Halle, wurde leider gar zu früh der Wissenschaft, schon im 37. Jahre durch die Cholera entrissen. Die Aufzählung seiner Forschungen, welche größtentheils in dem von diesem an Ideen reichen Manne und von Erdmann redigirten Journal, auch in Poggendorff's Annalen publicirt wurden, sind in kurzer Zeit so umfangreich, daß nur ein sehr kleiner Theil hier angeführt werden kann, z. B. über die Zusammensetzung der Weinschwefelsäure; neue Darstellung des Chlorcalciums; über ätherschwefelsaure Salze; über oxalsaures Zink- und Radiumoxyd; über Ozon; Vertretung des Gallensetts im thierischen Körper; quantitative Bestimmung des Kohlenstoffs organischer Körper; über Indigblau; Zer-

legung des Alkohols und Aethers durch Cyan; Verbindung des Eisenoxyduls mit metallischem Eisen; Zusammensetzung der Milch; über Verbindungen des Schwefels mit Chlor; Beitrag zur Galvanoplastik; über das Leidenfrost'sche Phänomen; Zusammensetzung der Pikrinsalpetersäure; spec. Gewicht des Platins; oxalsauren und salpetersauren Harnstoff; Darstellung des Sauerstoffs und chromsauren Kali; über die Farbe des Bluts; Identität der Pikrinsäure, Chrysolepinsäure und Nitrophenisäure; Zusammensetzung des Wassers vom todten Meere; Stickstoffgehalt des Roheisens u. s. w. Hierdurch mag hinreichend die Vielseitigkeit des großen Forschers, der die Wissenschaft sicher noch vielfach bereichert hätte, bewiesen sein. Uebrigens mag nicht vergessen werden, daß Marchand auch unter Anderem einen Grundriß der organischen Chemie (Leipzig 1839), ein Lehrbuch der physiologischen Chemie (Berlin 1844); eine Schrift über die Alchemie (Halle 1847) herausgab u. s. w.

Johann Joseph Scherer (med. Dr.), geboren den 13. März 1814 zu Aschaffenburg (Baiern), war von 1836 an praktischer Arzt und Badearzt zu Wipfeld in Unterfranken, alsdann von 1839—1841 auch wissenschaftlicher Revisor und anderthalb Jahre in Liebig's Laboratorium in Gießen thätig; er ist seit 1842 außerordentlicher, seit 1847 ordentlicher Professor in der medicinischen Facultät an der Universität zu Würzburg, gleichzeitig Vorsteher des Laboratoriums für die medicinische Chemie daselbst.

Scherer hat durch seine physiologisch- und pathologisch-chemischen Untersuchungen, welche in Liebig's Annalen, Reine's Archiv, Senle's und Pfeufer's Zeitschrift u. publicirt wurden, sich einen großen Ruf erworben. Er schrieb z. B. über die Gallenfarbstoffe, das Xanthicoxyd, Gauttim's neue Zuckerart des Muskelfleisches, Sarkin, Schleimstoffe u. m. a. Gegenstände der Zoochemie, jedoch auch über Mineralquellen u. Auch hat Scherer ein Lehrbuch der Chemie, mit besonderer Berücksichtigung der ärztlichen und pharmaceutischen Bedürfnisse (2 Bände, Wien 1849), sowie chemische und mikroskopische Untersuchungen zur Pathologie u. (Heidelberg 1843) herausgegeben.

Friedrich Julius Otto (phil. Dr.), geboren den 8. Januar 1808 zu Großenhahn (Sachsen), war ursprünglich Pharmaceut, sodann Lehrer und Chemiker an der Nathusius'schen Gewerbe-Anstalt in Althaldensleben, ist seit 1835 Professor der Chemie und Pharmacie am Collegium Carolinum (dem gegenwärtigen Polytechnicum) in Braunschweig, und seit 1833 Medicinal-Assessor (später Medicinalrath) am herzoglichen Ober-Sanitäts-Collegium daselbst.

Otto hat sich durch seine überall verbreiteten und bekannten, ausgezeichneten Werke, z. B. durch die Herausgabe des Graham'schen Lehrbuches, auch des Handbuchs der landwirthschaftlichen Gewerbe, sowie durch zahlreiche chemische, auch namentlich technisch-chemische Untersuchungen und Neuerungen, sowohl in der reinen, als auch angewandten Chemie vielseitig, nach den verschiedensten Richtungen hin, sehr ruhmvoll bekannt und außerordentlich verdient gemacht, so daß wir ihm sehr Vieles zu verdanken haben. Seine umfassenden Forschungen sind in Schweig-

ger's, Erdmann's Journal, in Sprengel's land- und forstwissenschaftlicher Zeitschrift u. publicirt worden.

Friedrich Ludwig Knapp (geboren den 22. Februar 1814 zu Michelstadt im Odenwald), phil. Dr., war zunächst seit 1838 Repetent auch seit 1841 Professor extr., seit 1847 Professor ord. der Technologie an der Universität zu Gießen, seit 1854 in gleicher Eigenschaft, oder vielmehr Professor der technischen, resp. angewandten Chemie an der Universität zu München, sowie auch Beamter an der königlichen Porzellanfabrik zu Nymphenburg; — seit einigen Jahren ist er, einem weiteren Rufe zufolge, Professor der chemischen Technologie, überhaupt der angewandten Chemie am Polytechnicum zu Braunschweig. Knapp ist durch sein ausgezeichnetes Lehrbuch der chemischen Technologie (Braunschweig in wiederholten Auflagen), sowie auch durch seine ausgezeichneten Untersuchungen nicht allein in Deutschland, sondern in der ganzen chemischen, technischen und technologischen Welt, als eine der ersten Celebritäten und Autoritäten in der chemischen Technologie anerkannt und hinreichend bekannt.

Joseph Redtenbacher (geboren den 12. März 1810 zu Krichdorf (Oesterreich ob. der Ens), med. Dr., war Professor ord. der allgemeinen und pharmaceutischen Chemie an der Universität zu Prag, und bekleidet seit 1849 dieselbe Stellung in der würdigsten und hervorragendsten Weise, an der Universität zu Wien, ist zugleich auch Mitglied der Akademie der Wissenschaften daselbst. Redtenbacher hat sich durch sehr viele werthvolle, zum Theil mit Liebig ausgeführte Untersuchungen auf das Rühmlichste bekannt gemacht. Seine Untersuchungen sind zum Theil in Poggendorff's Annalen, zum Theil in den Abhandlungen der Academie der Wissenschaften, wie auch in anderen Zeitschriften publicirt worden.

Pompejus Volley (phil. Dr.), geboren den 7. Mai zu Zindelberg, war vormals Professor der technischen Chemie an der Cantonschule zu Aarau und gegenwärtig seit Gründung des Polytechnicums zu Zürich, ist er an dieser Lehranstalt in der gleichen Eigenschaft, sowie als Director des technisch-chemischen Laboratoriums derselben.

Volley hat sich durch seine hinreichend bekannten verschiedenen technisch-chemischen Werke (z. B. Handbuch der technisch-chemischen Untersuchungen), als Redacteur technisch-chemischer Zeitschriften, durch seine zahlreichen Untersuchungen einen berühmten Namen erworben und zu einer der bedeutendsten Autoritäten in der technischen Chemie erhoben.

Rudolf Wöttger (phil. Dr.), geboren den 28. April 1806 zu Aschersleben, ehemals Candidat der Theologie, ist seit 1835 Professor der Chemie und Physik des physikalischen Vereins zu Frankfurt a. M., Herausgeber der polytechnischen Notizblätter u.; hat sich hierdurch, besonders aber durch eine kaum übersehbare Menge von chemischen und technisch-chemischen, höchst wichtigen Untersuchungen, welche in der genannten Zeitschrift, in Poggendorff's Annalen, Liebig's Annalen, im Jahresbericht des physikalischen Vereins zu Frankfurt u. publicirt worden sind, eines ausgedehnten glänzenden Rufes zu erfreuen.

Cajetan Georg Kaiser (phil. Dr.), geboren den 5. Januar 1803 zu Kelheim (Niederbayern), war seit 1823 Repetitor für Chemie und Mineralogie an der Universität zu Landshut, darauf seit 1826 Docent, seit 1827 Professor der Naturgeschichte, Chemie und Technologie am Lyceum daselbst, und ist seit 1834 Professor der Chemie an der polytechnischen Schule zu München, seit 1851 zugleich Professor ord. der Technologie und Vorstand des technologischen Cabinets an der Universität daselbst.

Kaiser, auch einer der bedeutendsten Autoritäten und Notabilitäten auf dem Felde der Chemie, in specie der angewandten Chemie, d. h. der technischen Chemie und chem. Technologie, machte sich durch die mannichfaltigsten Untersuchungen, sowie durch selbständige Schriften auf das Rühmlichste bekannt, so z. B. Dissertation de analysi aquarum (1834), über Chlorverbindungen (Ilmenau 1829), Grundriß der Pharmacie (Landshut 1832); geschichtlicher Ueberblick der Bierproben (1835); über bayerische und ausländische Biere (1836—1839); Untersuchung über Jodf.; über ein von ihm construirtes neues Saccharometer; über electro-chemische Vergoldung, Versilberung und Verplatinirung, 1842; über den Erfolg der wissenschaftlichen Behandlung der Laboratorien &c. Seine Abhandlungen sind meistens in dem von ihm redigirten Kunst- und Gewerbeblatt des polytechnischen Vereins für das Königreich Baiern, in Dingler's Journal, Buchner's Repertorium u. a. publicirt worden.

Carl Joseph Napoleon Balling (geboren den 21. April 1805 zu Gebrauhütte, Domäne Rathhaus (Böhmen) ist Professor der Chemie, in specie auch der technischen Chemie und chemischen Technologie an dem landständischen Polytechnicum oder königlich-böhmischen polytechnischen Landesinstitut zu Prag.

Balling ist, besonders in der technischen Chemie ebenfalls eine der ersten Autoritäten und Celebritäten, in der Zymotechnik jedenfalls die erste unter allen übrigen. — Das hat er seit Jahren, durch seine zahlreichen Untersuchungen und durch die Herausgabe seiner einzig und allein dastehenden unübertrefflichen, in wiederholten Auflagen erschienene Gährungs-Chemie (4 Bände, Prag), bewiesen. — Seine mannichfaltigen, besonders technischen Untersuchungen und Abhandlungen, sind in der Zeitschrift des vaterländischen Museums in Böhmen, André's ökonomischen Neuigkeiten, Wiese's Zeitschrift für und über österreichische Industrie, in dem Wiener polytechnischen Journal, in der von ihm und Hefler redigirten encyclopädischen Zeitschrift des Gewerbevereins &c. niedergelegt worden. — Auch gab er zu Leipzig eine Schrift über das Eisenhüttenwesen, zu Prag über die Eisenerzeugung in Böhmen heraus.

Heinrich Wilhelm Stein, geboren 9. December 1811 zu Kirnbach bei Bretten (Großherzogthum Hessen), ursprünglich Pharmaceut, Assistent von Liebig, auch Vorsteher der Struve'schen Mineralwasser-Anstalt in Leipzig (dann in Dresden), ist seit 1850 Professor der technischen und praktischen Chemie an der polytechnischen Schule zu Dresden, auch seit 1852 Lehrer der Physik und Chemie an der chemisch-medizinischen Akademie daselbst; Stein hat sich durch sehr zahlreiche und mannichfaltige Untersuchungen, auch einzelne selbständige Schriften ebenfalls einen ruhm-

vollen Namen erworben. Seine sehr vielen Untersuchungen sind in verschiedenen Zeitschriften, z. B. Erdmann's Journal, im polytechnischen Centralblatte (dessen Mitherausgeber er ist) u. veröffentlicht worden.

Joh. Rudolf Wagner (phil. Dr.), geboren am 13. Februar 1823 zu Leipzig, ursprünglich Pharmaceut (?), 1850 Privatdocent zu Leipzig, 1851 Professor an der polytechnischen Schule zu Nürnberg und seit 1856 Professor ord. der Technologie, Hofrath u. an der Universität zu Würzburg, hat durch mannichfache, rein chemische, technische und technologische bedeutende vollständige Werke, sowie durch eine große Anzahl von Untersuchungen, durch die Herausgabe seines ganz vorzüglichen Jahresberichtes der chemischen Technologie einen glanzvollen Namen geerntet, und es wird die Wissenschaft von dieser Notabilität gewiß, den herrlichen bisherigen Leistungen nach, noch Vieles von ihm zu erwarten haben.

Karl Friedrich Rammelsberg (phil. Dr.), geboren den 1. April zu Berlin 1813, ursprünglich Pharmaceut, von 1841 bis 1846 Privatdocent, dann Professor der Chemie an der Universität zu Berlin und an der königlichen Gewerbe-Akademie daselbst; Rammelsberg ist eine der ersten Autoritäten in der Chemie, und hat sowohl durch seinen glänzenden Vortrag als Lehrer, sowie auch durch seine zahlreichen chemischen Productionen, als Forscher und durch seine ausgezeichneten vielen selbständigen Werke einen weithin tönenden Ruf sich erworben. — Es ist von diesem bedeutenden Förderer der Wissenschaft gewiß noch viel Ausgezeichnetes zu erwarten.

Karl Weltzien (med. Dr.), geboren am 8. Februar 1813 zu St. Petersburg, ist Professor der Chemie am Polytechnicum und Vorstand der chemisch-technischen Schule, Hofrath u., zu Karlsruhe, und hat sich durch zahlreiche Untersuchungen, sowie durch selbständige Schriften, ebenfalls einen glanzvollen Namen erworben. — Desgleichen ist Hermann von Fehling (phil. Dr.), geboren zu Lübeck am 19. Juni 1812, Professor der Chemie am Polytechnicum zu Stuttgart, hinreichend bekannt durch seine zahlreichen Untersuchungen und selbständigen Werke, Payen's Gewerbe-Chemie u., als Redacteur der 2. Auflage des Handwörterbuches der Chemie, als Autorität aufzuführen. Ebenso gehören die folgenden: Gottlieb, Schönbein, Rochleder, Glasiewicz, Schrötter, Buchner u. zu eifrigen Förderern und Autoritäten der Wissenschaft.

Johann Gottlieb (phil. Dr.), geboren zu Brünn den 15. Februar 1815, ein Schüler Liebig's, Assistent am chemischen Laboratorio der Universität Prag, ist seit 1846 Professor der Chemie und in der neuesten Zeit auch der chemischen Technologie (welche letztere Disciplin er vor etwa einem Jahre abgegeben hat), an der technischen Akademie des Joanneums zu Graz. Derselbe hat durch seine selbständigen, besonders auch technisch-chemischen und technologischen Werke, sowie durch mannichfache Untersuchungen eines glanzvollen Namens sich zu erfreuen.

Ch. Fr. Schönbein (phil. Dr.), geboren den 18. Oktober 1799 zu Wehingen unter Urach, (Württemberg), war von 1824—25 Lehrer der Chemie und Physik an der Erziehungsanstalt zu Reilhan bei Rudolstadt, privatisirte dann

einige Jahre in England und Frankreich und ist seit 1828 Professor der Chemie an der Universität Basel.

Schönbein gehört bekanntlich, wegen seinen ganz außerordentlichen vielen Entdeckungen und Forschungen, welche für die Wissenschaft hohe Bedeutung haben, zu den ersten Koryphäen der Chemie; es braucht nur an die Entdeckung des Ozons, an die des Pyroxyllins oder der Schießbaumwolle und des Collodiums (letztere im Jahre 1845) erinnert zu werden, von denen er das vorletzte Product mit R. Böttger analysirte. Schönbein hat seine an Folgen reiche, zwar große, kaum zu übersehende Anzahl von Untersuchungen, in Poggendorff's Annalen, den Denkschriften der Münchener Akademie und anderen Zeitschriften veröffentlicht, auch eine Reihe selbständiger, höchst werthvoller und gediegener Schriften herausgegeben.

Friedrich Rochleder (med. Dr.), geboren den 15. Mai 1819 zu Wien, war früher Professor der technischen Chemie an der Akademie zu Lemberg, seit 1848 aber ist er Professor der Chemie an der Universität zu Prag, auch seit jener Zeit Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Wien. — Wenn nicht im Irrthume, so war Rochleder ein Schüler Liebig's.

Rochleder hat sich durch seine vielen Entdeckungen, besonders im Bereiche der Phytochemie auch durch selbständige Schriften, wie z. B. eine zu Leipzig erschienene Phytochemie, einen glänzenden Ruf verschafft. — Eine beträchtliche Anzahl seiner Forschungen ist in Liebig's Annalen niedergelegt worden.

K. Sclawetz (Dr. Phil.), geboren den 7. April 1825 zu Reichenberg, im nördlichen Böhmen, ein Schüler Döbereiner's und Wackenroder's (Jena) war Assistent von Rochleder, und ist seit 1851 Professor der Chemie an der Universität zu Innsbruck. Er machte sich durch viele Untersuchungen, besonders auf dem Gebiete der Phytochemie bereits rühmlichst bekannt, fördert und bereichert die Wissenschaft noch täglich, so daß auch noch viel Ausgezeichnetes sich erwarten läßt. — Seine Untersuchungen sind meistens in den Annalen der Chemie und Pharmacie (von Wöhler und Liebig) Erdmann's Journal, auch in den Berichten der Wiener Akademie veröffentlicht worden. — In jüngster Zeit lieferte er z. B. herrliche Arbeiten über die Harze (mit Barth und Grabowsky).

Anton Schrötter (phil. Dr.), geboren den 26. November 1802 zu Olmütz, fungirte zunächst als Adjunct an der Universität zu Wien, darauf als Professor am Joanneum zu Graz und ist gegenwärtig, seit geraumer Zeit, Professor der Chemie am Polytechnicum zu Wien, seit 1847 Mitglied und seit 1851 Secretär der Akademie der Wissenschaften daselbst.

Schrötter machte sich durch viele Untersuchungen, auch durch selbständige Werke ruhmvoll bekannt.

August Vogel, Sohn des Heinrich August Vogel (s. w. unten), geboren den 4. August 1817 zu München (med. et phil. Dr.), war zunächst Docent und ist seit 1848 Professor extr. der Chemie an der Universität München, auch seit 1846 außerordentliches Mitglied der Akademie der Wissenschaften daselbst.

B. hat ruhmvoll durch seine zahlreichen herrlichen Untersuchungen, welche in den Denkschriften der Akademie, Liebig's Annalen, Erdmann's Journal, im Buchner's Repertorium, in dem neuen Jahrbuch der Pharmacie und anderen Zeitschriften veröffentlicht wurden, sich bekannt gemacht. — B. bereichert die Wissenschaft noch täglich und hat in jüngster Zeit glänzende Resultate zu Tage gefördert, so daß noch viel Ausgezeichnetes von ihm erwartet werden darf.

Ludwig Andreas Buchner, Sohn von Johann Andreas Buchner, geboren den 23. Juli 1813, (phil. et med. Dr.) Professor der Pharmacie, vormals der Medicin, an der Universität in München, rühmlichst bekannt durch seine vielfachen Untersuchungen und die Herausgabe des „Neuen Repertoriums“.

Georg Christoph Wittstein (phil. Dr.), geboren den 25. Januar 1810 in Münden bei Göttingen, ursprünglich Pharmaceut, dann Assistent am pharmaceutischen Institut in München; daneben Vorsteher der chemischen Fabrik Buchner's, darauf Lehrer der Chemie, Technologie und Naturgeschichte an der Kreis-Landwirthschafts- und Gewerbeschule zu Ansbach, seit 1853 Privatgelehrter in München, wo er in seinem Laboratorium Vorlesungen hält.

Wittstein hat sich durch selbständige Werke, Herausgabe von Zeitschriften und durch Untersuchungen ruhmvoll bekannt gemacht.

In dieser Weise könnten wir noch eine große Anzahl von hervorragenden Männern, welche noch thätig sind, den Ausbau des wissenschaftlich-chemischen Lehrgebäudes zu fördern, anführen, jedoch wird in dieser Beziehung eine Beschränkung stattfinden müssen, so daß endlich nur noch eine Reihe von Namen aufgeführt werden kann. Zunächst jedoch werden wir einer Reihe von Männern des In- und Auslandes zu gedenken haben, die zum Theil nicht mehr sind, aber doch hinsichtlich ihrer Wirksamkeit dem 19. Jahrhundert oder wenigstens dem quantitativen Zeitalter noch angehören.

Heinrich August Vogel, Vater des genannten August Vogel (geboren den 25. Juli 1778 zu Westerhof bei Göttingen, vor mehreren Jahren zu München gestorben) lebte von 1802—1866 in Paris, war dort Conservator des physikalischen Cabinets und Lehrer der Chemie am Lyceum Napoleon daselbst, dann Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu München und seit 1826 auch Professor ord. der Chemie an der Universität daselbst.

Vogel hat zu seiner Zeit Vieles geleistet und gehörte zur Zeit zu den ersten Notabilitäten; er hat sich sowohl durch selbständige Werke, als auch durch ausgedehnte Untersuchungen, welche theils im Journal de physique, theils in Schweigger's Journal, Kastner's Archiv, Erdmann's Journal und in anderen Zeitschriften publicirt worden sind, vielfach bekannt gemacht.

Johann Andreas Buchner (phil. et med. Dr.), geboren den 6. April 1783 zu München, gestorben daselbst den 5. Juni 1852, war früher Professor an der Universität zu Landshut, später Professor der Pharmacie an der Universität zu München und Vorstand des pharmaceutischen Instituts daselbst, machte sich durch zahlreiche Untersuchungen und selbständige Werke vielfach bekannt.

Friedrich Philipp Duff (phil. Dr.), Apotheker und Professor der Chemie an der Universität zu Königsberg (geboren den 22. November 1788 zu Stallupöhnen in Ostpreußen, gestorben den 14. December 1851 zu Königsberg) machte sich durch selbständige Werke und mannichfache Untersuchungen (größtentheils in Buchner's Repertorium und in Erdmann's Journal publicirt) rühmlichst bekannt; er schrieb z. B. ein Handbuch der Chemie, über Elektromagnetismus, über Jodkalium, über Aetherbildung, über Zusammensetzung der Luft in den Hühnereiern u.

Da nun in einem solchen kurzen Zeitraum von ca. 50—70 Jahren von einer chronologischen Reihenfolge keine Rede sein kann, so wird hier noch einer Anzahl, wenn auch etwas älterer, gewichtiger Männer gedacht werden, wie folgt.

Friedrich Sertürner (Dr. phil.); zunächst Apotheker in Einbeck, dann seit 1823, Apotheken-Besitzer in Hameln an der Weser, wurde 1783 geboren und starb den 20. Februar 1841 an dem eben genannten Orte.

Er war ein denkender und schöpferischer Geist, welcher unserer Wissenschaft in mehrfacher Beziehung unvergeßlich bleiben wird; denn seine Entdeckung des Morphiums und seine Theorie über Schwefelweinsäure oder Weinschwefelsäure haben interessante und wichtige Resultate nach sich gezogen; Sertürner hat in seinem System der Chemie und Physik herrliche Ideen zu Tage gefördert, wenn auch Sertürner's Studien ursprünglich wohl nicht geregelt gewesen sind; jedenfalls war er ein an Ideen reicher und damit begabter Mann, wiewohl es zu beklagen war, daß dieser begabte Mann seiner Zeit mit seinen Schöpfungen zu sehr in die Medicin sich verzweigte, und nicht allein als Physiker und Chemiker seine Ideen entwickelte, seine Bestrebungen verfolgte.

Einige seiner literarischen Productionen verdienen hier Erwähnung, wenn auch die damalige chemische Welt von seinen Thatfachen zunächst nichts wissen wollte, bis später ihm einige Anerkennung zu Theil wurde:

Kurze Darstellung einiger Erfahrungen über Elementar-Attraction, minder mächtige Säuren und Alkalien, Weinstein Säuren, Opium, Imponderabilien, und einige andere chemische und physikalische Gegenstände u. s. w. 8. Göttingen 1820; System der chemischen Physik oder Entdeckungen und Berichtigungen im Gebiete der Chemie und Physik 2 Bände (ebendasselbst 1820—1832); Annalen für das Universalsystem der Elemente oder die neuesten Entdeckungen in der Physik, Heilkunde und Chemie 3 Bände, (ebendasselbst 1826—1829); — Chemische Bemerkungen über eine Säure im Opium, die von ihm entdeckte Mekonsäure (Trommsdorff's Journal XIII. 1805); über das Opium und dessen krystallisirbare Substanz (ebendasselbst XX. 1811); Beiträge zur Kenntniß des Gerbstoffs und der Galläpfelgerbsäure (Schweigger's Journal IV. 1812); über das Morphinum, als eine salzfähige Grundlage (das erste Alkaloid) und die Mekonsäure, als Hauptbestandtheile des Opiums (Gilbert's Annalen LX. 1817); über die Entdeckung der Schwefelweinsäure (ebendasselbst LXIV. 1820); über die Wels'sche Hypothese, hinsichtlich der Entstehung des Thauens (Kastner's Archiv für Chemie und Meteorologie I. 1830) u. s. w.

Sigismund Friedrich Hermstädt (phil. et med. Dr.), geboren den 14. April 1760 zu Erfurt, gestorben den 22. October 1833 zu Berlin, früher Hofapotheker, später ordentlicher Professor der Chemie und Pharmacie an dem medicinisch-chirurgischen Collegio, Geh. Medicinalrath u. dafelbst, alsdann 1810 für die damals gegründete Universität zu Berlin, Professor der Technologie, Lehrer der Chemie an dem Bergwerks-Eleven-Institut u. s. w.

Hermstädt hat zur Zeit durch seine selbständigen Werke und zahlreichen wissenschaftlichen Untersuchungen einen bedeutenden Ruf behauptet, zur Erweiterung der Chemie, zur Verbreitung chemischer Kenntnisse außerordentlich viel beigetragen.

Johann Friedrich August Götting (Dr. phil.), geboren den 5. Juni 1755 zu Dessenburg bei Halberstadt, war ursprünglich Pharmaceut und wurde, nachdem er in Göttingen studirt und eine Reise nach Holland und England zurückgelegt hatte, 1789 Professor der Chemie, Pharmacie und Technologie an der Universität Jena, wo er als solcher den 1. September 1809 dem Tode anheim fiel. Seine literarischen Producte umfaßten unter anderen: „Einleitung in die pharmaceutische Chemie (Altenburg 1778); Chemische Versuche über eine verbesserte Methode, den Salmiak zu bereiten (Weimar 1782); praktische Vortheile und Verbesserungen verschiedener pharmaceutisch-chemischer Operationen (ebendafelbst 1783); Tabelle der Lehre von den Salzen u. s. w. (ebendafelbst 1784); Beschreibung verschiedener Blasemaschinen zum Löthen (Erfurt 1784); Technologisches Taschenbuch für Künstler, Fabrikanten und Metallurgen (mit Brandes; Göttingen 1786); Vollständige chemische Probirkunst u. s. w. (Jena 1790); Versuch einer physikalischen Chemie (ebendafelbst 1792); Beiträge und Berichtigung der antiphlogistischen Chemie (2 Stück Weimar 1794 und 1798); Chemische Bemerkungen über das phosphorsaure Quecksilber und Hahnemann's schwarzen Quecksilber-Kalk (Jena 1795); Systematische Uebersicht für Manufactur- und Fabrikunde (ebendafelbst 1797); Handbuch der theoretischen und praktischen Chemie (3 Bände ebendafelbst 1796—1800); Praktische Anleitung über prüfende und zerlegende Chemie (ebendafelbst 1802); physisch-chemische Encyclopädie oder physisch-chemischer Hausfreund (3 Bände ebendafelbst 1805—1807); die Syrup- und Zuckerverbindung aus Runkelrüben (ebendafelbst 1809); außerdem hat Götting viele Aufsätze in Trommsdorff's Journal, Gren's neuem Journal, Crel's Annalen) veröffentlicht, auch über das Leuchten des Phosphor's in Stickstoff geschrieben.

Johann Nepomuk Fuchs (Dr. med.), wurde den 15. Mai zu Mattenzell bei Brennbach am bairischen Wald geboren, studirte auf den Universitäten Heidelberg, Wien, Freiburg und Berlin; habilitirte sich 1805 als Docent der Chemie und Mineralogie an der Universität zu Landshut und wurde an derselben 1807 zum Professor für die genannten Doctrinen creirt, 1823 zum Mitglied der Akademie der Wissenschaften in München und zum Conservator der mineralogischen Sammlungen dafelbst, sowie 1826 zum Professor der Mineralogie an

der von Landshut nach München verlegten Universität ernannt; ferner bekleidete er die Function eines Schulraths, sowie später das Amt eines Ober-Berg- und Salinen-Raths, bis er vom Könige 1852 in den Ruhestand versetzt, zum Geheimen Rath ernannt und geadelt wurde.

Obgleich Fuchs zuletzt in München als Professor der Mineralogie fungirte, so hat er doch für die Chemie auch fortwährend gewirkt, und sogar Manches von großem Interesse geleistet; wir brauchen nur an das von ihm zuerst bereitete Wasserglas zu erinnern. Diese in Wasser lösliche Verbindung der Kieselsäure mit sogenannten Alkalien, dem Kali und Natron wurde von dem Oberberggrath Fuchs schon im Jahre 1818 entdeckt und als ein nuthbares Product (Wasserglas aus Kieselsäure und Kali) in Kastner's Archiv V. 1825 beschrieben. Ferner mögen außer den mineralogischen Untersuchungen, hier folgende von Fuchs ausgeführte Arbeiten Erwähnung finden. Ueber den gegenseitigen Einfluß der Chemie und Mineralogie (Akadem. Rede 1824); bequeme Methode, reines Wasserstoffgas zu bereiten (Schweigger's Journal XV. 1815); über einige phosphorsaure Verbindungen (ebendaselbst XVIII. 1816); über die Löslichkeit des Kochsalzes in Wasser (ebendaselbst XLVII. 1836); Trennung des Eisenoxyds vom Eisenoxydul und andern Metalloxyden (ebendaselbst LXII. 1831); chemische und mineralogische Bemerkungen, Rosenquarz, Perbomelan u. s. w., betreffend (ebendaselbst); über Zinnesquinoxidul und Goldpurpur (ebendaselbst LXV. 1832); Bestandtheile des Erdöls vom Tegernsee (ebendaselbst); über das Verhalten des Kochsalzes zum Mörtel (ebendaselbst VII. 1826); Analyse des Schwefelwassers von Schwarztorf (ebendaselbst VIII. 1826); Verhalten des Zinnchlorürs zu einigen Metalloxyden, nebst Bemerkungen über den Goldpurpur (ebendaselbst XXIII. 1832, auch Poggendorff's Annalen XXVII. 1833); über Kalk und Mörtel (Erdmann's Journal für praktische Chemie III. 1834); über den Amorphismus und Isomerismus (ebendaselbst VII. 1836); über den Hydratzustand der Kieselsäure (ebendaselbst LVII. 1832); über die Eigenschaften, Bestandtheile und chemische Verbindung des hydraulischen Mörtels (gekrönt 1832 von der Maatschappy der Wetensch., te Haarlem, aus deren Naturkund. Verhandlungen XX., deutsch in Dingler's Journal XLIX. 1833); neue Methode, das Bier auf seine wesentlichen Bestandtheile zu untersuchen (ebendaselbst LXII. 1836). Diese sogenannte hallymetrische Bierprobe (von $\alpha\lambda\varsigma$, Salz, $\lambda\upsilon\epsilon\iota\nu$, lösen, und $\mu\epsilon\tau\epsilon\iota\nu$, messen) gründet sich darauf, daß der Wassergehalt des Bieres vor und nach der Entfernung des Weingeistes bestimmt wird, indem man durch Subtraction des Wassergehaltes von der ganzen Menge, die Quantität der Bestandtheile erfährt. Ihren Namen hat diese Probe daher erhalten, weil der Erfinder Fuchs als Maßstab für den Wassergehalt die Quantität Kochsalz benutzte, welche das Bier aufzulösen im Stande ist. Ferner schrieb Fuchs über das Frischen des Eisens (ebendaselbst LXV. 1838); Bereitung, Eigenschaften und Nuthanwendung des Wasserglases (Abhandlungen der naturwissenschaftlich-technischen Commission der Münchner Akademie Bd. I. 1837) u. s. w.

Christian Heinrich Pfaff (geboren zu Stuttgart den 2. März 1773), med. et phil. Dr., wurde, nachdem er als Arzt eine gräfliche Familie auf einer Reise durch Italien begleitet und einige Zeit zu Heidenheim in Württemberg practisirt hatte, Professor extr. 1797 und ord. 1801 der Medicin, Physik und Chemie an der Universität zu Kiel, wo derselbe als solcher bis zu seinem Tode (den 23. April 1852) wirkte. Seine Leistungen auf dem Gebiete der Naturwissenschaften, und besonders auf dem Felde der Physik und Chemie sind mannichfaltiger Art und die Publicationen, welche er in die Welt entsendete, außerordentlich zahlreich; also mögen einige hier hervorgehoben werden; z. B. über chemische Electricität und Reizbarkeit, Leipzig 1795; System der Materia medica, nach chemischen Principien. 7 Bände — Leipzig 1808—1824; über einfache, wohlfeile Wasserreinigungsmaschinen, Altona 1813; über einen Gaslöth-Apparat mit Knallgas, Nürnberg 1813; — Handbuch der analytischen Chemie n. f. w., 2 Bände, 1821—1822; 2. Auflage, 1824—1825; neues Archiv für Natur- und Arzneiwissenschaft, 4 Bände, Kopenhagen 1799—1824; über die Verbrennung des Wasserstoffs (Schweigger's Journal 1811); sicheres Reagens für Quecksilber (ebendasselbst); über die Trennung des Mangans vom Eisen (ebendasselbst IV. 1812 und XXVII. 1819); über die Natur der rauchenden Schwefelsäure (ebendasselbst IV. 1812); über Zuckerbereitung (ebendasselbst V. 1812); über den Harnstoff (ebendasselbst); Analogie des Geilnauer Mineralwassers (ebendasselbst XI. 1814); Zusammensetzung des Boracits (ebendasselbst XV. 1815); über Hahnemann's stärkere Probeschlüßigkeit (ebendasselbst XVIII. 1816); über Volta's Fundamental-Versuch (Gehlen's Journal für Chemie und Physik LXVIII. 1821); über galvanische Erscheinungen und Volta's Theorie (Schweigger's Journal X. 1814); Parallele der chemischen Theorie und der Volta'schen Contact-Theorie der galvanischen Säule, Kiel 1845; über eine neue Säure (Flechtersäure) im isländischen Moos (Schweigger's Journal XLVII. 1826); über die Kali-Magnesia-Doppelsalze (ebendasselbst XLV. 1825); über das Verhalten der Citronensäure gegen Reagentien (ebendasselbst); über die Gallussäure, Gerbsäure &c. (ebendasselbst LII. 1828); über die Aepfelsäure (ebendasselbst XLI. 1831); über die Darstellung des Caffeins, und des Caffeegrün (ebendasselbst LXII. 1831); Analogie des Caffeins (mit J. Liebig ebendasselbst LXIV. 1832); über Verbindungen des Stickstoffs mit Metallen (Poggendorff's Annalen XLII. 1837) u. f. w. Außerdem hat Pfaff die Wissenschaft, namentlich aber die Physik, die hier uns ferne liegt, durch viele herrliche Leistungen bereichert.

Johann Bartholomäus Trommsdorff. — Der Name Trommsdorff hat sowohl früher, als auch noch gegenwärtig stets einen guten Klang in der Wissenschaft behauptet. — J. B. Trommsdorff war der Sohn Wilhelm Bernhard Trommsdorff's, eines zu Erfurt practisirenden tüchtigen Arztes und Apothekers daselbst, welcher auch durch verschiedene Arbeiten in der chemischen Welt sich bekannt machte. Er wurde den 2. April 1770 zu Erfurt geboren, fungirte, nach seiner Studienzeit und erlangter Doctorwürde, in der phi-

losophischen Facultät, in Erfurt als Apotheker, und gründete 1796 ein pharmaceutisches Institut, nachdem er schon ein Jahr zuvor (1795) zum Professor der Chemie an der zur Zeit in Erfurt existirenden (bekanntlich 1816 aufgelösten) Universität zu Erfurt creirt worden war. — Diese Professur bekleidete Trommsdorff bis zur Auflösung der Universität; außerdem war er seit 1792 Mitglied, seit 1818 Vicedirector und seit 1823 Director der zu Erfurt noch heute wirk samen Academie gemeinnütziger Wissenschaften. — Im Jahre 1837, den 8. März wurde sein thätiges Leben durch den Tod beendet, nachdem er die Wissenschaft durch mancherlei zur Zeit sehr wichtige Productionen erfreut hatte; es mögen daher einige wenige hier Erwähnung finden, z. B.: Allgemeine Uebersicht der einfachen und zusammengesetzten Salze, 4 Tafeln (Gotha und Weimar 1789); kurzes Handbuch der Apothekerkunst (Stettin 1790); Tabellen über alle bis dahin bekannten Gasarten u. s. w., (3. Auflage 1804); Uebersicht über die wichtigsten Entdeckungen in der Chemie, (Weimar 1792); Systematisches Handbuch der Pharmacie (Erfurt 1792; 4. Aufl. 1831); Lehrbuch der pharmaceutischen Experimental-Chemie (Altona 1796, 3. Auflage Hamburg 1822); Handbuch der pharmaceutischen Waarenkunde (Erfurt 1799, 3. Auflage, 1822); Systematisches Handbuch der gesammten Chemie (8 Bände, Erfurt 1800—1804); Darstellung der Säuren, Alkalien, Erden, Metalle u. s. w. (Erfurt und Gotha 1800, 2. Aufl. 1806); Chemisches Probircabinet (ebendasselbst 1801, 2. Auflage 1818); Allgemeine chemische Bibliothek des 19. Jahrhunderts (5 Bände, Erfurt 1802—1805); Allgemeines theoretisches und praktisches Handbuch der Färbekunst (5 Bände, Erfurt und Gotha 1805—1820); allgemeines pharmaceutisch-chemisches Wörterbuch, oder die Apothekerkunst in ihrem ganzen Umfange (5 Bände, Erfurt 1805—1813, 2. Ausgabe 1821—1822); Versuch einer allgemeinen Geschichte der Chemie (ebendasselbst 1806); Anleitung zur Salpeter-Vereitung (ebendasselbst 1808); Neue Pharmacopoe (ebendasselbst 1808); Anfangsgründe der Agricultur-Chemie (Gotha 1816) u. s. w.

Ferner rief er die erste deutsche pharmaceutische Zeitschrift: „Journal der Pharmacie“ unter seiner Redaction in's Leben, welche in 26 Bänden zu Leipzig von 1799—1817 erschien; sodann ein neues Journal der Pharmacie (27 Bände, ebendasselbst 1817—1834); endlich außer mehren anderen kleinen Werken, ein Taschenbuch für Chemiker und Pharmaceuten (Weimar 1820—1829), von welchem die früheren Jahrgänge, als Taschenbuch für Scheidekünstler bis 1803 von J. F. A. Götting, bis 1818 von Ch. F. Buchholz, bis 1819 von E. Brandes besorgt worden waren.

Außer diesen hier aufgeführten und anderen zahlreichen selbständigen Werken und Zeitschriften, hat Trommsdorff sehr viele chemische und pharmaceutische Aufsätze in seinen Journalen, in den Zeitschriften von Crell, Gehlen, Götting, Gren, Gilbert u. s. w. publicirt und verschiedene chemische Werke aus dem Französischen und Englischen in's Deutsche übersetzt. Zu erwähnen sind außer diesen Aufsätzen noch: Chemische Bergliederung des stinkenden Asands

(Act. Acad. Mogunt 1788); Chemische Untersuchung des Quellwassers bei Erfurt (ebendasselbst 1793); desgleichen einiger Fossilien (mit Ch. F. Buchholz 1800); über die Darstellung der reinen Gallussäure (ebendasselbst 1804); über die Bereitung des Bleiweißes im Großen (eine Abhandlung der Akademie zu Erfurt I. 1827) 2c.

Der Sohn dieses weiland Professor's Trommsdorff, Christian Wilhelm Hermann Trommsdorff, Apotheker und Besitzer einer chemischen Fabrik zu Erfurt (geboren daselbst den 14. September 1811) ist in die würdigen Fußstapfen seines Vaters getreten. — Abgesehen davon, daß Trommsdorff's Fabrik die renomirteste und mannichfaltigste ist, die vielleicht überhaupt existirt und alle Welttheile mit chemischen Präparaten versorgt, so hat H. Trommsdorff auch, trotz seiner außerordentlichen Beschäftigung, wissenschaftliche Untersuchungen in Journalen publicirt, so z. B. über das Santonin (Liebig's Annalen XI. 1834); Zusammensetzung und Mischungsverhältniß der Erythrinäure (ebendasselbst XIII. 1835); Zusammensetzung des Schillerstoffs (ebendasselbst XIV. 1835); über das Nictelit (ebendasselbst XXI. 1847); über den krystallisirten Bestandtheil der Enzianwurzel (ebendasselbst) über die Bereitung des Amalgams (ebendasselbst XXXII. 1838); über Daturin und Stramonin (ebendasselbst XXXII. 1839); über das Urson (Archiv der Pharm. LXXX.); Brucin 2c.

Rudolph Brandes, (Dr. phil. et pharmaciae), Apotheker zu Salz-Uffeln in Lippe-Deimold, Ober-Director des von ihm gegründeten Apotheker-Vereins im nördlichen Deutschland, wurde den 18. October 1795 zu Salz-Uffeln geboren, und endete schon daselbst sein Leben im 47. Jahre (den 3. December 1842).

Brandes' Leistungen waren zur Zeit sehr ersprießlich und Frucht bringend, so gab er z. B. ein Repertorium der Chemie (4 Bände Hannover 1827—1833) heraus, schrieb über die Mineralquellen und das Mineralbäderbad zu Tatenhausen (Vemgo 1830); über die Mineralquellen zu Weinberg (ebendasselbst 1832); redigirte ein Archiv des Apothekervereins im nördlichen Deutschland (erst allein, 39 Bände, Vemgo 1821—1831, dann verschmolzen mit Geiger's Annalen 1832—1835); darauf wieder allein das Archiv der Pharmacie (1835—1838) später mit Wackenroder als Mitherausgeber, welcher es auch nach Brandes Tode allein fortsetzte.

Ferner gab Brandes heraus: Pharmaceutische Zeitung (11 Jahrgänge 1827—1837); außerdem veröffentlichte er viele chemische und pharmaceutische Aufsätze, theils in dieser, theils in anderen Zeitschriften, so z. B. über den Cölestin von Fassa; über Sprödglasserz von Freiberg (Schweigger's Journal XXI. und XXII. 1817 und 1818); über Andalusit (ebendasselbst XXV. 1819); über das Daturin (ebendasselbst XXVI. 1819); über die Manganerze des Unterharzes (ebendasselbst); über Atropin und Hyoscyamin (ebendasselbst XXVIII. 1820 und LXIV. 1822); über die Molybdänsäure und die molybdänsauren Salze (ebendasselbst XXIX. 1820); über die Korksäure (ebendasselbst XXXII. XXXIII. 1820); über die Kamphorsäure (ebendasselbst XXXVIII. 1823); u. s. w.

Johann Wolfgang Döbereiner (Dr. phil.), geboren den 15. December 1780 auf dem Rittergut Berg bei Hof, fungirte zunächst von 1795 bis 1802 als Pharmaceut und darauf als chemischer Fabrikant, im Bereich der Gynotechnik, zu Gefrees und Münchberg, im Baireuth'schen, von wo aus er wegen seines hervorragenden Talents 1810 durch Karl August, den damaligen Großherzog von Weimar, an die Universität zu Jena als Professor der Chemie und Pharmacie gerufen wurde, welche Stellung er mit großem Glanz und Ruhm bis an sein Ende (den 24. März 1849) behauptete. Er zeichnete sich jedoch nicht allein als ein zur Zeit sehr hervorragender Chemiker und eminenter Forscher aus, sondern er war von Haus aus geistvoll und dabei im höchsten Grade liebenswürdig und bescheiden, uneigennützig in jeder Beziehung, so daß, obgleich viel gesagt, er gewiß in Jena nicht einen einzigen Feind hatte.

Bei seinen ausgedehnten Leistungen im Bereiche der Chemie strebte er noch als Professor in Jena nach vielseitiger Ausbildung, worauf der Umgang mit Goethe einen wesentlichen Einfluß gehabt haben mag.

Von seinen Productionen, welche sehr umfassend sind, mögen folgende erwähnt werden: Lehrbuch der allgemeinen Chemie (3 Bände. Jena 1811—1812; Elemente der pharmaceutischen Chemie (ebendasselbst 1813; 2. Auflage 1819); Darstellung der Verhältnißzahlen der irdischen Elemente (ebendasselbst 1813); Grundriß der allgemeinen Chemie (ebendasselbst 1816; — 3. Auflage 1826; — Supplement 1837); Anfangsgründe der Chemie und Stöchiometrie (ebendasselbst, 3. Auflage 1826); Anleitung zur Bereitung verschiedener Essige (ebendasselbst 1816); zur pneumatischen Chemie, 5 Hefte (ebendasselbst 1821—1825); zur Gährungschemie (ebendasselbst 1822; 2. Auflage 1844); über neuentdeckte höchst merkwürdige Eigenschaften des Platins und die pneumatisch-capilläre Thätigkeit gesprungener Gläser (ebendasselbst 1823; auch Schweigger's Journal XXXVIII. und XXXIX. und Gilbert's Ann. LXXIV. und LXXVI.); Beiträge zur physikalischen Chemie (3 Hefte, ebendasselbst 1824—1826); Bereitung des Bleiweißes im Großen (Gehlen's Journal II. 1812); Fabrication des Bleizuckers (ebendasselbst III. 1804); über einige noch nicht bekannte Eigenschaften der oxydirt salzsauren Alkalien (Gehlen's Journal für Chemie und Physik, II. 1806); über die Darstellung der Alkalien aus chemischen Verbindungen mit Schwefelsäure u. s. w. (ebendasselbst); über Magnesia und Kiesel (Schweigger's Journal II. 1811); über Bleichsalze (ebendasselbst); die atmosphärische Luft ist keine chemische Verbindung (ebendasselbst IV. 1812); über Stärkmehl u. s. w. (ebendasselbst VIII. 1813); Verbindungen des kohlensauren Eisenoxyds mit kohlensauren Alkalien (ebendasselbst IX. 1813); über die Platingefäße u. s. w. (ebendasselbst X. 1814); über die luftreinigende Wirkung der Kohle (ebendasselbst); zur chemischen Geschichte der Gährungsmittel (ebendasselbst XII. 1814); über Ammoniak- und Blausäure-Bildung (ebendasselbst XIII. 1815); über die Darstellung des Bors aus dem Borax (ebendasselbst XVI.); Scheidung des Mangans von Kalk (ebendasselbst XVII. 1816 und XXIII. 1818); über die Zusammensetzung des Alkohols und

Zuckers (ebendasselbst XVII. und XXIII.); stöchiometrische Untersuchungen (ebendasselbst XVII.); Anwendung des Kupferoxyds zur Zerlegung organischer Substanzen (ebendasselbst XVII.); Zusammensetzung der Weinsäure (ebendasselbst XXIII.); über die Schweflungsstufen des Kupfers (ebendasselbst XVII.); Versuche über die Gährung (ebendasselbst XX. 1817); über Chromsäure (ebendasselbst XXIII. 1818); über die Entwicklung des Sauerstoffs aus Braunstein und Schwefelsäure (ebendasselbst XXVIII. 1820); über Erweichung glühender Metallflächen durch Wassertropfen (ebendasselbst XXIX. 1820); über die Analyse der Superoxyde u. s. w. (ebendasselbst XXXII. 1821); über künstliche Darstellung der Ameisensäure (ebendasselbst XXXII. 1821, XXXV. 1822, LXIII. 1831 und LXVI. 1832); pneumatisch-mikrochemischer Extractionsapparat (ebendasselbst XXXV. 1832); neu entdeckte merkwürdige Eigenschaften des Platinmohrs, des oxydirten Schwefelplatin u. s. w. (ebendasselbst XXXVIII. und XXXIX. 1833); chemische Constitution des Ameisenäthers (ebendasselbst XXXVIII.); neue Forschungen über Platin (ebendasselbst LIV. 1828); Glasbereitung für optische Zwecke (ebendasselbst); Verwandlung der schwefligen Säure in Schwefelsäure, mittelst Platinmohr (ebendasselbst LXV. 1832); über Platinoxydnatron und damit bereiteten Platinmohr (ebendasselbst LXVI. 1832); entdeckte merkwürdige Eigenschaften des Platins (Gilbert's Annalen LXXIV. 1823 und LXXVI. 24); natürliche Glühlampe (ebendasselbst LXXIV.); — über Doppelsalze, Cölestin und Wasserglas (Poggendorff's Annalen XV. 1829); chemische Constitution des Flint- und Kronglases (ebendasselbst XVI. 1829); über Sauerstoffäther, Platinmohr, rauchende Schwefelsäure u. s. w. (ebendasselbst XXIV. 1832); neue Platin-Verbindungen (ebendasselbst XXVIII. 1833 und XXXVII. 1836); merkwürdige Sauerstoff-Absorption des Platins u. s. w. (ebendasselbst XXXI. 1834); phpto-elektr.-chemische Versuche u. s. w. (Gilbert's Annalen LXXII. 1832) u. s. w. Außerdem hat Döbereiner in den hier angeführten und anderen Zeitschriften noch zahlreiche werthvolle Aufsätze veröffentlicht.

Bertrand Belletier, Sohn eines Apothekers zu Bayonne, ist den 30. Juli 1761 daselbst geboren worden und am 21. Juli 1797 zu Paris gestorben. Er war zuerst Préparateur bei Darcet und seit etwa 1783 Apotheker in Paris; Adjunct und etwa von 1793 an Professor der Chemie an der École polytechnique, Mitglied der Akademie der Wissenschaften (seit 1791) und des späteren Institutes, zeitweise auch Inspector der Hospitäler, Mitglied im Bureau de consultation des arts, der Commission des poudres et salpêtres und des Conseil de santé des armées.

Von seinen Leistungen mögen folgende hervorgehoben werden: Description de divers procédés pour extraire du sel marin (Paris 1794); Instruction sur l'art de separer le cuivre du metal des cloches mit d'Arcet (Darcet) (ebendasselbst 1794); Mémoires et observations de chimie. 2 vol. Paris 1798 (herausgegeben von seinem Sohn Charles und von Sédillot, im Auszuge in den Ann. de chimie XXVII); Procédé pour dissoudre la gomme élastique dans

l'éther sulphurique (Mém. Institut I. An VI.); Observation sur la strontiane (ebendasselbst); sur l'acide arsenical (Journal de Physique XIX. 1782); sur la formation des éthers (ebendasselbst XXXI. 1785); sur la rectification de l'éther vitriolique (ebendasselbst XXXI. 1787); Expériences sur le phosphate calcaire d'Estremadure (Annales de chimie VII. 1790); Analyse du carbonate natif de Sibérie (ebendasselbst X. 1791); sur la présence de la strontiane dans le sulfate de baryte (Société philomatique An V.) etc.

Der zweite Sohn des Bertrand Pelletier, Joseph Pelletier, wurde am 22. März 1788 zu Paris geboren und ist den 18. Juli 1812 daselbst gestorben. Er war Apotheker in Paris, Unterdirector der École de pharmacie, sowie Mitglied des Instituts. Er veröffentlichte manche wichtige Untersuchungen und Entdeckungen, z. B.: „Notice sur la matière verte des feuilles (mit Caventou Paris 1817; in dem Journal de Pharm.); Mémoire sur un nouveau alcali, la strychnine (ebendasselbst 1818); Analyse chimique des quinquina suivie d'observations medicales sur l'emploi de la quinine et de la cinchonine (mit Caventou ebendasselbst 1821); Examen chimique d'une écorce désignée sous le nom de quina bicolore etc. (ebendasselbst 1822), Rapport sur les moyens de constater la présence de l'arsenic dans l'empoisonnement etc. (mit Adelon, Chevallier u. f. w. ebendasselbst 1841); Recherches chimiques et physiologiques sur l'ipécacuanha mit Magendie (Ann. de chimie et de physique IV. 1817; auch für sich Paris 1817); Examen chimique de la cochenille (mit Caventou ebendasselbst VIII. 1818); Decouverte de la strychnine (ebendasselbst et X. 1819); sur la matière verte des feuilles (ebendasselbst IX. 1818); Mémoire sur une nouvelle base salifiable la brucine (ebendasselbst XII. 1819). Examen chimique de plusieurs végétaux de la famille de colchicées et du principe actif qu'ils renferment la cévadille (ebendasselbst XV. 1820); Recherches chimiques sur les quinquinas (ebendasselbst et XVI. 1821); Examen chimique du poivre (ebendasselbst XVI. 1821); Recherches sur la composition élémentaire etc. des bases salifiables organiques (mit Dumas ebendasselbst XXIV. 1823); Examen chimique des upas (ebendasselbst XXVI. 1824); sur la fabrication du sulfate de quinine (ebendasselbst XXXIV. 1827); sur un nouveau alcaloide (ebendasselbst XLII. 1829); Nouveau principe acide contenu dans la racine de Kabinca (mit François und Caventou; ebendasselbst XLIV. 1830); Nouvelle analyse de la coque du Levant (mit Courbe ebendasselbst LIV. 1833); Mémoire sur la résine du gaiac (mit H. Deville, ebendasselbst Ser. III. I. IX, 1845 posth.) u. f. w.

Wie aus diesen Citaten sich ergibt, überstrahlte Pelletier seinen Vater Bertrand Pelletier bedeutend und seine Entdeckungen sind für die organische Chemie und deren Entwicklung außerordentlich förderlich gewesen.

Jean Pierre Joseph Darcet (d'Arcet), Sohn des Professors der Medicin Jean d'Arcet (Darcet) zu Paris, wurde daselbst den 31. August 1777 geboren; er war General-Münzwardein (Inspecteur général des essais

des monnaies), Mitglied des General-Conseils der Fabriken und Manufacturen, Mitglied des Salubritäts-Conseils des Dep. Seine, Mitglied des Instituts, der Societé d'Encouragement und der philomatishen Gesellschaft. — Darcet starb zu Paris den 2. August 1844.

Darcet hat mancherlei wichtige Arbeiten publicirt, z. B.: „Description appareil à fumigation (Paris 1848, 1830); Précis sur la mine de sel gemme de Vic etc. (ebendasselbst 1824); Sur les substances nutritives, qui renferment les os etc. (ebendasselbst 1829); Resultats de l'emploi alimentaire de la gelatine des os etc. (ebendasselbst 1833); mit Thénard: de l'emploi des corps gras comme hydrofuge dans la peinture sur pierre etc. (ebendasselbst 1828); sur la décomposition de l'acetate de baryte au moyen de la soude (Annales de chimie LXI. 1827); sur la potasse et la soude préparées à l'alcool (ebendasselbst LXVIII. 1808); sur les sous carbonates alcalins (ebendasselbst LXXI. 1809) etc.

Der Sohn des hier in Rede stehenden Darcet, Felix Darcet, Arzt in Paris, hat auch Einiges geleistet; er starb schon in seinem 39. Jahre, indem er in seinem Bett verbrannte.

Pierre Jean Robiquet ist den 13. Januar 1780 zu Rennes geboren worden. Er war Apotheker und Besitzer einer chemischen Fabrik zu Paris, Professor und Administrator der École superieur de Pharmacie, Mitglied des Instituts seit 1834 zu Paris und starb dasselbst den 29. April 1840.

Robiquet hat für die Wissenschaft Vieles geleistet, wenn auch nur Einiges hier angeführt werden kann, so z. B.: Essai analytique des asperges (Ann. de Chimie LV. 1805); sur la préparation de la baryte pure (ebendasselbst LXII. 1807); sur la décomposition spontanée du sulfure hydrogéné de baryte (mit Chevreul ebendasselbst); sur la nature de la matière huileuse des chimistes hollandais (Annales de chimie et de physique I. 1816); sur l'huile du gaz oléfiant (ebendasselbst II. 1816); sur la réaction du l'eau régale sur l'antimoine (ebendasselbst IV. 1817); sur la distillation du succin (ebendasselbst); Observations sur un mémoire relatif à l'opium (ebendasselbst V. 1827); sur l'acide boracique (ebendasselbst XI. 1819); nouv. recherches sur la nature du bleu de prusse (ebendasselbst XII. 1820); sur le mémoire de Berzelius relatif à la composition des prussiates (ebendasselbst XVII. 1821); sur la sulfate de quinine (ebendasselbst); Essai analytique du lichen de l'orseille (ebendasselbst XLII. 1829); nouv. expériences sur l'huile volatile d'amandes amères (ebendasselbst XXI. 1821); nouv. expériences sur les amandes amères et sur l'huile volatile qu'elles fournissent (mit Boutron-Charlard, ebendasselbst XLIV. 1830); sur le bleu de Prusse (ebendasselbst); sur la constitution de quelques corps organiques (ebendasselbst XLVII. 1831); sur l'acide méconique (ebendasselbst LIII. 1833); nouv. observations sur l'orcine (ebendasselbst LVIII. 1834); Examen comparatif de la garance d'Avignon et de la garance d'Alsace (ebendasselbst LVII. 1834); de l'action de la chaleur sur l'acide

citrique (ebendasselbst LXV. 1837); Observations sur un mémoire intitulé: Monographie chimico-technique de la garance (ebendasselbst LXIII. 1838) etc.

Michel Eugène Chevreul machte sich um die Chemie und namentlich um die wahre chemische Kenntniß der Fette sehr verdient; er war wenigstens der Erste, welcher diese Körper, d. h. die Neutralfette genauer und intensiver studirte, auch durch seine Forschungen erfreuliche Resultate erzielte.

Chevreul wurde den 21. August 1786 zu Angers, Dép. Maine-et-Loire, geboren; von 1809 an fungirte er als Lehrer an dem von Fourcroy gegründeten Privatinstitut, 1810 wurde er Gehülfe am Muséum d'histoire naturelle, sodann Professor der Physik am Lycée Charlmagne, Officier der Universität, Examiner an der École polytechnique, Professor der Chemie am Muséum d'histoire naturelle, Director der Färbereien und Professor der auf Färberei angewandten Chemie bei der königlichen Gobelin's-Manufactur, Mitglied der Académie der Wissenschaften etc. Die wissenschaftlichen Untersuchungen und Productionen Chevreul's sind sehr umfassend; jedoch mögen einige hier erwähnt werden:

Considerations générales sur l'analyse organique etc. (1 vol. Paris 1824); Recherches chimiques sur les corps gras d'origine animale (1 vol. ebendasselbst, 1826, auch in einigen Archiven, z. B. Mus. d'hist. nat.); Leçons de chimie appliquée à la peinture, faites à la manufacture royale de Gobelins (2 vol. ebendasselbst 1831); De la loi du contraste simultané des couleurs etc. (1 vol. Strassburg 1839); sur l'influence de l'oxydation, dans les combinaisons des oxydes d'étain avec la couleur du campêche (Ann. Mus. d'hist. nat. XVII. 1811); Analyse du Mispickel (ebendasselbst XVIII. 1811); sur un phénomène qui présentent la barite et la strontiane lorsqu'elles se combinent rapidement au gaz muriatique (ebendasselbst, auch Annales de chimie LXXXIV. 1822); Recherches sur la teinture (Mém. Acad. 1838—1854); de l'action de l'acide nitrique sur le liège (Ann. de chimie XLII. 1807); sur l'indigo (ebendaf. LXVI. 1808); sur les urines de chameau, de cheval etc. (ebendasselbst LXVII. 1808); sur les substances amères formées par la réaction de l'acide nitrique sur l'indigo (ebendasselbst LXXII. 1809); Des corps qu'on appelle adapocires (ebendasselbst XCV. 1815); sur le moyen d'analyser plusieurs matières végétales et le liège en particulier (ebendasselbst); sur la cétine (Ann. de chimie et de physique VII. 1818); sur l'huile du Delphinus globiceps (ebendasselbst); sur l'acide delphinique (ebendasselbst); sur l'acide ellagique (ebendasselbst IX. 1818); sur les matières grasses de la laine (Comptes rendus XIV. 1842); sur l'action de la lumière sur les bleu de Prusse exposé au vide (XXIX. 1849); sur la peinture à l'huile (XXXI. 1850) etc.

Erwähnenswerth ist ferner auch der Professor der Naturgeschichte am Lyceum zu Nancy und Director des botanischen Gartens daselbst, Henri Braconnot (geboren den 19. Mai zu Courancy, Dep. Meuse, gestorben zu Nancy 13. Januar 1855), da derselbe auch eine große Anzahl werthvoller (hauptsächlich phytochemischer) Untersuchungen ausführte und veröffentlichte, so z. B.: sur la force

assimilatrice des végétaux (Ann. de Chimie LXI. 1807); sur les acides végétaux qui saturer la potasse dans les plantes (ebendaſelbſt LXV. 1808 et LXX. 1809); Analyse comparée des gommés-résinées (ebendaſelbſt LXVIII. 1808); Examen chimique du brou de noix (ebendaſelbſt LXXIV. 1810); sur la nature des champignons (ebendaſelbſt LXXIX. et LXXX. 1811 et LXXXVII. 1814); sur un acide particulier qui se développe dans les matières acescentes (ebendaſelbſt LXXXI. 1813); sur la nature des corps gras (ebendaſelbſt XCIII. 1815); Analyse du riz (Annales de chimie et de physique IV. 1811); sur l'acide sorbique (ebendaſelbſt VI. 1817); sur l'acide malique (ebendaſelbſt VIII. 1818); Examen chimique des tubercules de la gesse tubereuse (ebendaſelbſt); sur la préparation de l'acide gallique et découverte de l'acide ellagique (ebendaſelbſt X. 1818); sur la conversion du corps ligneux en gomme, en sucre etc. (ebendaſelbſt XII. 1819); sur un nouveau acide, l'acide pectique (ebendaſelbſt XXVIII. et XXX. 1825); de la présence de l'oxalate de chaux dans la règne minéral (ebendaſelbſt XXVIII. 1825); Analyse de la suie et du noir de fumée (ebendaſelbſt XXX. 1826); sur la fermentation du fromage (ebendaſelbſt XXXVI. 1827); sur le caséum et sur le lait (ebendaſelbſt XLIII. 1830); sur la bile (ebendaſelbſt XLII. 1829); sur une modification isomérique de l'acide tartarique (ebendaſelbſt XLVIII. 1831); sur les produits qui résultent de l'action lente de la chaux sur le sucre (ebendaſelbſt LXVII. 1838); Analyse des urines de veau et de mouton (ebendaſelbſt Sér. III. T. XX. 1847); Analyse des glands suivie de considérations sur la présence du sucre de lait dans les grains des végétaux (ebendaſelbſt XXXVII. 1849) etc.

Braconnot's Verdienſte ſind, wie aus dem Vorſtehenden ſich ergibt, um die Phytochemie ſehr groß. —

Ein Mann, welcher gemeinſchaftlich mit Pelletier verſchiedene wichtige Forſchungen ausführte, iſt Jean Baptiſte Caventou (geboren zu St.-Omer 30. Juni 1795), Apotheker und Profeſſor der Toxicologie an der École de Pharmacie in Paris, Mitglied der Academie royale de Médecine.

Derſelbe arbeitete mit Pelletier und zum Theil für ſich allein: sur la fabrication de sulfate de quinine (Ann. de chimie et de physique XXXIV. 1827); ferner: nouv. principe amer acide, cristallisé, contenu dans l'écorce de la racine Kahinca (ebendaſelbſt XLIV. 1830); Examen chimique de la cochenille (ebendaſelbſt VIII. 1818, auch für ſich); Découverte de la strychnin (ebendaſelbſt X. 1819); sur la brucine (ebendaſelbſt XII. 1819); Examen chimique de plusieurs végétaux de la famille de colchicées et du principe actif qu'ils renferment — la cévadille — (ebendaſelbſt XIV. 1820); Recherches chimiques sur l'amidon et les diverses substances féculentes du commerce (für ſich ebendaſelbſt XXXI. 1826) u.

Auch gab Caventou 1819 zu Paris ein Traité élémentaire de pharmacie théorique heraus.

Johann Friedrich Gmelin war ein Sohn des Professor's der Medicin Chemie und Botanik, Friedrich Philipp Gmelin, an der Universität zu Tübingen, und wurde daselbst den 8. August 1748 geboren. Er erlangte die medicinische und philosophische Doctorwürde, wurde 1772 zum Professor der Medicin an der Universität zu Tübingen erwählt und dann zum Professor der Medicin und Chemie (1775) an die Universität zu Göttingen berufen, wo den 1. November 1804 seiner Wirksamkeit der Tod ein Ziel setzte.

Unter seinen mannichfaltigen Leistungen verdient besonders seine auch für vorliegendes Werk benutzte Geschichte der Chemie (3 Bde., Göttingen 1797—1799) Erwähnung. Außerdem mögen folgende Früchte seiner Thätigkeit hier angeführt werden: *De alcalibus et praecipitationibus chemicis ope eorum factis* (Gött. 1775). *Allgemeine Geschichte der Gifte* (3 Bde. 8.) Leipzig 1776—1777. *Einleitung in die Chemie* (Mürnberg 1780). *Einleitung in die Mineralogie* (ebendaselbst 1780). *Einleitung in die Pharmacie* (ebendaselbst 1781). *Beiträge z. Geschichte des deutschen Bergbaues* (Halle 1783). *Grundriß der allgemeinen Chemie* (2 Bde., Göttingen 1789) 2 Aufl. *Grundriß der Mineralogie* (ebendaselbst 1790). *Grundriß der Pharmacie* (ebendaselbst 1792). *Handbuch der technologischen Chemie* (3 Bde. ebendaselbst 1795—1796). — *De caeruleo maritimarum vitro aemularum in antiquis monumentis obviarum colore* (Commentat. Göttingen II. 1779); *De argillis et speciatim quidem, de argilla quadam Uracensi* (ebendaselbst III. 1780); *Experimenta nonnulla cum mumiis constituta* (ebendaselbst IV. 1781); *De ferri cum zinco conjunctione* (ebendaselbst VII. 1784); *De nitri acido in tinctura coccinea stanni soluti in locum substituendo* (ebendaselbst VIII. 1783—1786); *De nuper in lapide ponderoso et lupi spuma invento sui generis metallo corpore* (ebendaselbst et IX. 1787—88); *Spicilegia quaedam de zinci cum ferro et magnesia nigrae cum cupro conjunctione etc.* (ebendaselbst IX.); *Observationum et experimentorum chemicorum spicilegium* (ebendaselbst X. 1789—90); *De zinci atque antimonii cum plumbo conjunctione* (ebendaselbst); *De niccoli quadam calce indurata* (ebendaselbst XII 1793—1794); *Experimenta cum binis recentius inventis metallis chromio et tellurio instituta* (ebendaselbst XIV, 1798—1799); *Analysis berylli Sibirici etc.* (ebendaselbst XV. 1800—1803). Auch finden sich viele Aufsätze von ihm in *Crell's Annalen*.

Sein Sohn, Leopold Gmelin, welcher ihn als Chemiker sehr überstrahlte und überhaupt in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts sehr hervorragte, auch viele vortreffliche Schüler ausbildete, wurde den 2. August 1788 zu Göttingen geboren, habilitirte sich 1813 an der Universität Heidelberg als Docent, erlangte daselbst 1814 eine Professur der Medicin und Chemie als Extraordinarius, 1817 als Ordinarius, behauptete diese bis in das Jahr 1851, wo er sich in Ruhe setzen ließ, welche er jedoch nur noch wenige Jahre genießen konnte; denn schon den 13. April 1853 wurde er, an dem Orte seiner Wirksamkeit, durch den Tod der Wissenschaft entzissen.

Von seinen Productionen sind besonders folgende zu erwähnen:

Handbuch der theoretischen Chemie (2 Bände, Frankfurt a. M., 1817—1819, 2. Aufl., ebendasselbst 1821—1822, 3. Aufl., 1827—1829; 4. Aufl. 6 Bände, Heidelberg 1843—1855; wogegen der letzte Band durch Schloßberger und List besorgt wurde). Dieses Werk, ein ganz vortreffliches Handbuch ist noch heute für jeden Chemiker, wegen der darin berücksichtigten Literatur, fast unentbehrlich, und die organische Chemie weicht darin von vielen anderen chemischen Lehr- und Handbüchern ab, daß in derselben, der Classification der organischen Verbindungen, die sogenannte Kerntheorie zu Grunde gelegt worden ist, welche mit der Substitutionstheorie verwandt, oder vielmehr aus derselben hervorgegangen ist.

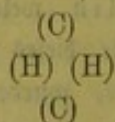
Nach dieser Theorie werden die organischen Verbindungen als aus Verbindungen von Kohlenstoff und Wasserstoff entstanden, betrachtet, in denen aber die Wasserstoff-Atome oder Aequivalente durch andere Elemente ersetzt werden können. Die ursprünglichen Kohlenwasserstoffe werden Urkerne oder Stammkerne genannt, während diejenigen Verbindungen, deren Wasserstoff ganz oder theilweise durch andere Körper ersetzt wird, als abgeleitete Kerne zu betrachten sind.

Das Wesentlichste dieser abgeleiteten Kerne ist, daß die Aequivalent- oder Atomenzahl und die Anordnung der Elemente oder die ersetzenden Bestandtheile dem Stammkern entspricht, während die Art derselben nicht berücksichtigt zu werden braucht.

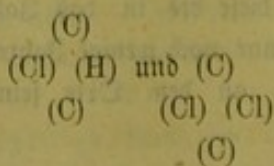
Nehmen wir, zur Erläuterung des Gesagten $C H_4$ beispielsweise als Stammkern an, so würden wir unter anderen $C H_3 C H_3$ u. als abgeleitete Kerne $Br. J_2$

betrachten dürfen. Indessen sind die Stammkerne und abgeleiteten Kerne auch im Stande, solche Verbindungen zu bilden, in denen der Stammkern oder der abgeleitete Kern in der ihm eigenthümlichen Form und Zusammensetzung nicht verändert ist, oder in denen so zu sagen, der hinzutretende Bestandtheil nicht in die Kernfigur eingeht, und leicht durch Reagentien erkannt werden kann, wie es bei jenen angeführten abgeleiteten Kernen nicht der Fall ist, denn in diesen läßt sich der hinzugetretene Bestandtheil (sei er ein einfacher Stoff oder eine Verbindung) ohne Zerstörung der Verbindung durch Reagentien nicht abscheiden.

Für ein genaues Verständniß und eine größere Deutlichkeit mag ein Kohlenwasserstoff $C_2 H_2$, als auf folgende Weise angeordnet, angenommen werden:



Läßt man nun Chlor hierauf einwirken, so würde es möglich sein, zwei abgeleitete Kerne:



zu erhalten, in denen man das Chlor nicht nachzuweisen zu werden vermag. Verbinden sich hingegen Stammmetalle, ohne Veränderung, mit Chlor, nämlich:

(C)

(H) (H) + Cl

(C)

so ist das Chlor durch Reagentien zu erkennen u.

Da von der Kerntheorie die Rede war, so hielt der Verfasser für Pflicht, vorläufig davon wenigstens eine Skizze zu geben. Kehren wir nun zu L. Gmelin's weiteren Leistungen zurück, so können noch folgende als erwähnenswerth hier angeführt werden: Lehrbuch der Chemie (Bd. I. Heidelberg 1844); mit Tiedemann: Versuche über die Wege, auf welchen Substanzen aus dem Darmkanal in das Blut gelangen (ebendasselbst 1826); desgl.: die Verdauung nach Versuchen (2 Bände, ebendasselbst 1826); mit von Leonhard: Nephelin im Dolerit vom Katzenbuckel (ebendasselbst 1822); Analyse des Braunsteins (Schweigger's Journal XIV. 1815); über das rothe Kaliumeisenchaid (ebendasselbst XXXIV. 1822); über die Umbildung organischer Substanzen (ebendasselbst LVIII. 1830); Auffindung des Selen (Gilbert's Annalen LXV. 1820); über Tertius' Zersetzung des Chlors (ebendasselbst LXXIII. 1823); Untersuchung der Krokonsäure (Poggendorf's Annalen IV. 1825); über Silber-Gewinnung (ebendasselbst IX. 1827); Bildung von Ameisensäure aus Weingeist, Schwefelsäure und Braunstein (ebendasselbst XXVIII. 1833); Versuch der elektro-chemischen Theorie (ebendasselbst XLIV. 1838); über einige Metallverbindungen (Liebig's Annalen XV. 1836); über kronsäures Kupferoxyd (ebendasselbst XXXVII. 1841) u.

Christian Gottlieb Gmelin (Dr. med.), zu Tübingen den 12. October 1792, geboren ebendasselbst, vor einigen Jahren gestorben, ein Schüler von Berzelius, wurde nach langem Reisen in Deutschland, Frankreich, England, Schweden, Norwegen, im Jahre 1817 von der Universität Tübingen zum ordentlichen Professor der Chemie und Pharmacie creirt und blieb in diesem Amte bis gegen sein Ende.

Chr. Gmelin schrieb eine Einleitung in die Chemie (2 Bände, Tübingen, 1835—1837); ferner über eine Untersuchung der Rinde von Daphne alpina (Schweigger's Journal XXXV. 1822); Darstellung des Ultramarins auf chemischem Wege (ebendasselbst LII. und LIV. 1828); chemische Untersuchung des Lepidoliths (mit Wenz ebendasselbst XXX. 1820); Analyse mehrerer Lithionglimmer (ebendasselbst XLVII. 1826); über die Coagulation des Eiweißes durch galvanische Elektricität (ebendasselbst XXXVI. 1822) u. f. w.

Heinrich Rose (Dr. phil.), Sohn des weiland Apothekers und Medicinal-Assessors Valentin Rose, zu Berlin, geboren ebendasselbst, den 6. August 1795, war zuerst Pharmaceut, alsdann, nachdem er in der Schule von Berzelius zum Chemiker (1819—1821) sich ausgebildet hatte, 1822 Docent und später 1823 Professor der Chemie an der Universität seiner Vaterstadt, wo auch sein Bruder Gustav Rose, der rühmlichst bekannte Mineralog, seit 1823 als Privat-

docent, seit 1826 als Professor der Mineralogie fungirt. — 1832 wurde S. Rose auch zum Mitglied der Berliner Akademie der Wissenschaften ernannt. — Vor einigen Jahren hat er seine erspriessliche Laufbahn, durch den Tod entrissen, beschlossen.

Rose war ein Mann welcher besonders um die analytische Chemie sich verdient gemacht hat; wollten wir seine Arbeiten aufzählen, so würden wir darüber allein ein ganzes Werk schreiben können; die Mineralchemie war sein Hauptfeld, und auf diesem hat Rose ganz Vortreffliches geleistet; er ist in der That ein Meister der analytischen Chemie gewesen und hat in dieser Beziehung außerordentliche Verdienste sich erworben, so daß Rose als eine Koryphäe in der analytischen Chemie betrachtet werden darf. Ganz besonders der Erwähnung werth, ist sein Handbuch der analytischen Chemie (in wiederholten Auflagen erschienen), welches hinreichend bekannt ist und noch heut zu Tage florirt. Jeder, der mit der Chemie nur einigermaßen vertraut ist, weiß recht wohl, daß Rose nicht allein für die qualitative Analyse, sondern auch namentlich für die Trennungsmethoden etwas ganz Außerordentliches geleistet hat. — Rose hat nicht allein in den verschiedensten Journalen des laufenden Jahrhunderts Zeugnis abgelegt, daß er, bezüglich der gewöhnlicheren Metalle und deren Verbindungen, durch seine Forschungen günstige Resultate erzielte; sondern er hat auch neue Elemente entdeckt und über deren Eigenschaften Aufklärung gegeben so z. B. das Niobium (Poggendorff's Annalen LXV. 1843); Zusammensetzung des Tantalits; über die Titansäure (ebendasselbst LXII. 1844). — Zerlegung mehrerer Glimmer (ebendasselbst, Ann. I. 1824); Zerlegung selenhaltiger Fossilien (ebendasselbst II. 1824 und III. 1825); Trennung der Titansäure vom Eisenoxyd (ebendasselbst III. 1825); Zerlegung des Iserins, (ebendasselbst); des Rutil's (ebendasselbst); des Rothspießglanzerzes (ebendasselbst); über die Verbindungen des Antimon's mit Chlor und Schwefel (ebendasselbst); Zerlegung der Titansäure (ebendasselbst XV. 1829); neue Bereitung der Titansäure (ebendasselbst IX. 1827); über die quantitative Scheidung des Eisenoxyds (ebendasselbst XV. 1829); Zerlegung der nicht oxydirten Verbindungen des Antimon's und Arsenik's (Zinkenit, Diargyrit, Rothgülden, Sprödglasserz) u. s. w. (ebendasselbst); über die Verbindungen des Phosphors mit Stickstoff (ebendasselbst XXVIII. 1833); über die Erkennung einiger organischen Säuren (ebendasselbst XXXI. 1834); über die Trennung des Jods vom Chlor (ebendasselbst); über Lichterscheinungen bei Krystallbildung (ebendasselbst XXXV. 1835; auch Abhandlungen der B. Akademie); Verhalten der nicht flüchtigen organischen Säuren zur Auflösung von Eisenoxyd und Kaliumeisenchlorid (ebendasselbst XLIII. 1838); über die Darstellung der Selenensäure (ebendasselbst XLV. 1838); über die Theorie der Aetherbildung (ebendasselbst XLVIII. 1839); über Gährungsfähigkeit verschiedener Zuckerarten (LII. 1841); über die Quecksilberoxydulsalze (ebendasselbst LIII. 1842); über Glyvin- und Pininsäure (ebendasselbst XL. 1842); über die Yttererde (ebendasselbst LIX. 1843); über den Uwarowit (ebendasselbst); über die Zusammensetzung der phosphorigen und unterphosphorigen Säure (ebendasselbst LXVII.

1846); über ein zweites neues Metall im Tantalit (Columbit) von Baiern (ebendasselbst LXXIX. 1846); über die Zusammensetzung des Uranotantals und Columbites aus dem Almengebirge (ebendasselbst LXXI. 1847); über die Trennung des Zinns vom Antimon (ebendasselbst); Zusammensetzung des schwarzen Ytrotantalits von Ytterby (ebendasselbst LXXII. 1847); über das specifische Gewicht des Samarskites oder Uranotantals (ebendasselbst LXXII. 1847); über das sog. Almenium (ebendasselbst LXXIII. 1848); über den Einfluß der Temperatur auf das specifische Gewicht der Niobsäure (ebendasselbst); über das specifische Gewicht der Pelopsäure (ebendasselbst LXXIV. 1848); das der Tantalsäure (ebendasselbst); das der Thonerde, Beryllerde, Zalkerde, des Eisenoxyds (ebendasselbst); Anwendung des Salmiaks in der analytischen Chemie (ebendasselbst); über die isomeren Zustände des Zinnoxyds (ebendasselbst LXXV. 1848); quantitative Bestimmung der Molybdänsäure (ebendasselbst); über die isomeren Modificationen der Phosphorsäure (ebendasselbst LXXVI. 1849); quantitative Bestimmung der Phosphorsäure und deren Trennung von Basen (ebendasselbst); quantitative Bestimmung des Fluors (ebendasselbst LXXIX. 1849); über Tantal und dessen Verbindungen mit Chlor und Brom (ebendasselbst XCIX. 1856); über die Tantalsäure und das Tantalsäurehydrat (ebendasselbst C. 1857); über die Verbindungen des Tantals mit Stickstoff (ebendasselbst); über die Niobsäure (ebendasselbst CVII. 1859); über das Unterschwefelnio (ebendasselbst CXI. 1860); über das Unterstickstoffnio (ebendasselbst); über die Unterniobsäure (ebendasselbst CXII. 1861) u. s. w. — Auch ist noch einer Gedächtnisrede auf Berzelius; einer Schrift über den Zustand der Pharmacie in England; einer Arbeit über die sichere Erkennung von Blut und Blutflecken bei gerichtlichen Untersuchungen (Caspar's Vierteljahrschrift für gerichtliche Medicin) Erwähnung zu thun, obgleich außerdem noch eine große Anzahl analytischer Untersuchungen, deren specielle Aufzählung zu weit führen würde, von Rose vorzugsweise in Poggen-dorff's Annalen publicirt wurden. Ueberhaupt war Rose als ein Reformator der Analyse anorganischer Körper, welche er außerordentlich bereicherte und nach den verschiedenen Richtungen fester begründete, zu betrachten; er darf gewiß insofern und wegen der von ihm gemachten mannichfachen Entdeckungen einer der größten, wenn nicht der größte chemische Analytiker seiner Zeit genannt werden.

Verfolgen wir die chemische Literatur weiter, so treten uns zahlreiche Chemiker, theils von größerer, theils von geringerer Bedeutung entgegen, und es würde ein großes Volumen der Literaturgeschichte angehäuft werden, wenn alle, kleineren und größeren Geister, als Förderer der Wissenschaft aufgeführt würden.

Werfen wir nun einige Blicke auf England, wo, wie wir früher gesehen, sehr hervorragende Chemiker lebten und leben, so dürfen wir einen Ure, einen Stenhouse, einen Graham, Thomson u. s. w. nicht außer Acht lassen.

Andreas Ure, ein ausgezeichnete Chemiker, welcher Vortreffliches geleistet hat, wurde zu Glasgow den 18. Mai 1778 geboren; im Jahre 1801 erlangte er die medicinische Doctorwürde, fungirte dann zunächst als praktischer Arzt, hier-

auf von 1804—1830 als Professor der Chemie und Physik an der Andersonian Institution in Glasgow, auch als Astronom an der durch seine Bemühung daselbst 1809 gegründeten Sternwarte. Im Jahre 1830 übersiedelte er als Chemiker nach London und war daselbst von 1834 an, Chemiker am Board of Customs. — Seit 1822 wurde er Mitglied der Roy. Society! — Ure gab unter andern Schriften, a dictionary of chemistry on the basis of Mr. Nicholson's etc. (London 1821) heraus; an new system of geology, in which the great revolutions of the earth; and animated nature are reconciled at once to modern science and sacred history (ebendasselbst 1822); Philosophy of manufactures of Great Britain (ebendasselbst 1835; — deutsch von H. Diezmann; Leipzig 1835); the cotton manufactures of Great Britain, compared with that of other countries (2. vol.; ebendasselbst 1836; — deutsch von R. Hartmann, Weimar 1837 und 1843); A dictionary of arts, manufactures and mines (ebendasselbst 1839, new edit, 1853, deutsch von Karmarsch und Geeren 3 Bände 1854—1857); — Experiments on the relation between muriatic acid and chlorine (Tr. Edinburgh Society VIII. 1859). — New experimental researches on some of the leading doctrines of caloric; particularly on the relation between the elasticity, temperature and latent heat of different vapors etc. (Phil. Fr. 1848); On the ultimate analysis of vegetable and animal substances (ebendasselbst 1822); — On the thermostat or heat governor (Proceeds Roy. Soc. 1830); An experimental inquiry into the modes of warming and ventilating experiments (ebendasselbst 1846); on H. Davy's safety lamp (ebendasselbst XLVIII 1816); on Jodine (ebendasselbst I. 1817); on the quantity of real acid in liquid hydrochloric etc. (Thomson's Ann. of Phil. II. 1821); — Experiments on sulfuric acid to determine the law of progression showed in its densities at different degrees of dilation (Quart. Jour. of Science etc. IV. 1818); On mean specific gravity (ebendasselbst); on prussic acid (ebendasselbst XIII. 1822); on a mode of protecting the specula of reflecting telescopes (ebendasselbst XV. 1823); on indigo (Quarterly Journal of Science XIII. 1830) etc. — Ure erlitt den Tod, nach vielseitiger Wirksamkeit und lebhafter wissenschaftlicher Thätigkeit, in London den 2. Januar 1857.

Thomas Thomson (Dr. med.), geboren den 12. April zu Grieff in Perthshire, gestorben den 2. Juli 1852 zu Kilmun in Argyleshire) machte sich durch zahlreiche Arbeiten und wissenschaftliche Untersuchungen um die Wissenschaft verdient, so z. B. veröffentlichte er: A system of chemistry (4. vol. Edinburgh 1802 edit. VI. 4. vol. London 1820; edit. VII.) a system of chemistry of organic bodies 2. vol. ebendasselbst 1831, deutsch von F. Wolff 5 Bände. — Berlin 1802—1811; französisch von J. Niffault 4. Tom. Paris 1818); The elements of chemistry; Edinburgh 1810; History of chemistry (2. vol. London 1830—1831. Chemistry of organic bodies and vegetables (ebendasselbst 1838); ferner Analysis of a new species of copper ore (Philosophical Transactions 1814); on oxalic acid (ebendasselbst 1808); on some of the com-

pounds of chromium (ebendasselbst 1827); on a new combustible gas (ebendasselbst XI.); some experiments on gold (ebendasselbst).

In seinen *Annals of Philosophy*, auch in *Nicholson's Journal*, vorzugsweise in dem ersteren veröffentlichte Thomson zahlreiche Aufsätze über ausgeführte Untersuchungen, z. B. on ulmin; on the Daltonian or theory of definite proportions; on the composition of the oxide of zinc: on the discovery of the atomic theory; on the salts composed of sulfuric acid and peroxide of iron; on phosphoretted hydrogen gas; on morphin; on prussic acid; on campher; on acetate of ammonia on the combination of azot and oxigen; on some new minerals; on the composition of chloride of sulfur; on the composition of yeast; on the chromate and bichromate of potash; on the minerals found in the neighbourhood of Glasgow; on some new minerals; on the atomic weight of baryte; Analysis of the blood of cholera patients; on coal gas; on the minerals containing columbium (*R. D. Thomson's Records of general science* IV. 1836). Außer in jenen angeführten Zeitschriften, in denen noch viele andere Arbeiten veröffentlicht worden sind, hat Thomson auch in den letztern noch mehre Aufsätze publicirt; endlich mag noch erwähnt werden, daß er in der von ihm und seinem Bruder James Thomson herausgegebenen *Encyclopaedia Britannica*, in dem Artikel „Mineralogy“ (1798) zuerst den Gebrauch der Symbole in der Chemie einführte; daß er ferner auch einen Saccharometer erfand.

William Thomas Brande (deutscher Abkunft), Vorsteher der chemischen Operationen an der Apothecaries-Hall zu London, dann Professor der Chemie an der Royal Institution, endlich Oberaufseher des Präge-Departements in der königlichen Münze zu London; Mitglied der Royal Society u., wurde zu London am 11. Januar 1788 geboren. Er machte sich sehr vortheilhaft durch verschiedene selbstständige Werke und recht gute in den *Philosophical Transactions* publicirte Aufsätze bekannt; z. B. erschienen von ihm verfaßt im Jahre 1813 zu London: *A Manual of Chemistry etc.*; dann *A dictionary of Pharmacy and Materia medica etc.* (ebendasselbst 1816); *Outlines of Geology* (ebendasselbst 1825). Sodann publicirte er in dem genannten Journal: on guajacum, on the differences in the structure of calculi; chemical researches on blood; on an adstringent vegetable substance from China; Analysis of the inflammable gaseous compounds, from coal and oil; on the separation of proximate principles of animal substances; on the ultimate analysis of certain vegetable salifiable basis; on the electrochemical salifiable basis etc.

John Stenhouse (Dr. jur.), Lehrer der Chemie am St. Bartholomaei Hospital in London; eine Zeit lang (1834 bis 1840) ein Schüler Liebig's; Mitglied der Royal Society und der Chemical Society, ist den 21. October 1809 zu Glasgow geboren worden. Er machte sich durch sehr gute, für die organische Chemie wichtige und werthvolle Untersuchungen, welche er meistens in Liebig's *Annalen*, in dem *Philosophical Magazine* und in den *Philosophical*

Transactions veröffentlichte, bekannt; so z. B. über die Darstellung und Analyse des Hippursäure-Aethers; über neue Chlorcyan-Verbindungen; über das Moin; über das Myroxocapin; über die desinificirenden Eigenschaften der Holzkohle, nebst Beschreibung eines Kohle-Respirators; on artificial oil of ants; on the action of peroxide of lead on cinnamic acid, and the preparation and analysis of (salicone) hydrate of phenil from salicone; on pyrogallie acid; on the preparation and constitution of theine, with etc. discovery in the leaves of *Ilex Paraguayensis*; on the perducts of the destillation of meconic acid; on the crystallized hydrate of laurel-turpetine; on the action of chlorine; on benzoic and cinnamic acids; Analysis of the ashes of the sugar cane: economical method of procuring phosphate of lime and magnesia from urine for agriculture; on the dried coffee-leaf of Sumatra etc.; Examination of the proximate principles of some of the Lichens; on a means of detecting kinic acid; on the oils producend by the action of sulfuric acid upon various classes of vegetables etc.

Thomas Graham, geboren zu Glasgow am 20. December 1805, Professor der Chemie am University College in London, auch General-Münzmeister, wenn der Verfasser nicht irrt; früher von 1830—1837, Professor der Chemie an der Andersonian Institution zu Glasgow, seit 1836 Mitglied der Royal Society, machte sich weit und breit durch sein Werk: „Elements of chemistry“ bekannt, welches in deutscher Bearbeitung durch Professor Otto in Braunschweig eine ganze Reihe von Auflagen erlebt hat. — Der allgemein physikalisch-chemische Theil der neuen Auflagen dieses ausgezeichneten Werkes ist bekanntlich durch die Professoren Kopp, Zaminer und Buff selbständig, und die organische Chemie von dem Professor Kolbe (früher in Marburg, gegenwärtig in Leipzig) herausgegeben worden. Graham machte sich zur Zeit als Vertreter der Wasserstofftheorie besonders bekannt, und veröffentlichte manche für die Wissenschaft werthvolle Aufsätze in der Transactions Edinb. Soc.; dem Quartly Journal of the chemical Society, Mem. chemical Society etc. on the law of diffusion of gases; on the formation of alcoholates, definite compounds of salts and alcohol; on the phosphoretted hydrogen; Researches on the arseniates, phosphates and modifications of phosphoric acid; Inquiries respecting the constitution of salts, of oxalates, nitrates, phosphates, sulfates and chlorides; on the motion of gases, their effusion and transpiration; observations on the etherification etc.

William Gregory (Dr. med.), ein mehrjähriger Schüler Liebig's (1835 und 1841), (geboren zu Edinburgh den 25. December 1803, gestorben daselbst im April 1858), war zuerst Professor der Chemie an der Andersonian Institution zu Glasgow (1837—1839), darauf desgleichen an der Universität zu Aberdeen, und bekleidete seit 1844, bis an sein Ende, die Professur der Chemie an der Universität zu Edinburgh; machte sich durch ein in London erschienenes, für den derzeitigen Standpunkt der organischen Chemie ganz aus-

gezeichnetes Werk: „Handbook of organic chemistry“, welches vier Auflagen erlebte, sehr vorthailhaft bekannt und wovon die vierte Auflage 1856 erschien. Die dritte Auflage dieses Werkes: A Handbook of organic chemistry, being a new and greatly enlarged edition of the „Outlines of organic chemistry“ for the use of Students, by William Gregory M. D. F. R. S. E., Professor of Chemistry on the University of Edinburgh; — Third edition, corrected and much extended (London: Taylor, Walton, and Maberly. 1852), wurde von dem Verfasser der vorliegenden Geschichte der Chemie im Jahre 1854 für deutsche Verhältnisse ganz selbständig umgearbeitet, auch sehr erweitert, unter folgendem Titel zu Braunschweig herausgegeben:

„Gregory-Gerding's organische Chemie oder kurzes Handbuch der organischen Chemie, nach der dritten Auflage der „Outlines of organic Chemistry“ von Dr. med. William Gregory, Professor der Chemie an der Universität Edinburgh. — Mit zahlreichen Zusätzen mit Rücksicht auf technische Anwendung, selbständig bearbeitet von Dr. Th. Gerding (zur Zeit in Jena), mit in den Text eingedruckten Holzschnitten (Braunschweig. C. A. Schwetschke und Sohn 1854); auch unter dem Titel: „Handbuch der organischen Chemie für Universitäten, Real- und Gewerb-Schulen, so wie für den Selbstunterricht von William Gregory und Theodor Gerding“.

Außerdem hat Gregory auch ein Handbuch der unorganischen Chemie, in zwei Auflagen erschienen, geschrieben und ebenfalls in London veröffentlicht. — Viele Aufsätze in Liebig's Annalen, z. B. neue Methode zur Abscheidung des Morphins aus dem Opium; Darstellung des übermangansauren Kalis; des Methylmercaptan's, über das Pyroanthin; die Darstellung der Mekonsäure; über einige Producte der Harnsäure; Darstellung reinen Silberoxyds; Darstellung des Allovans; der Hippursäure; über den Kreatingehalt einiger Fleischarten u. Auch gab Gregory Turner's Elements of chemistry heraus und übersetzte verschiedene der Liebig'schen Schriften: Agricultur-Chemie, organische Analyse, Thierchemie und die chemischen Briefe ins Englische.

James Sheridan Muspratt (Dr. phil. et med.), ein Schüler Liebig's (von 1843—1845), Professor an dem von ihm 1848 gegründeten College of Chemistry zu Liverpool, früher Assistent der Chemie am University College zu London, ist den 8. März 1821 zu Dublin geboren worden.

Muspratt gab Outlines of qualitative analysis (London 1849); Lectures on organic chemistry (Chemical Times); vol. IV. 1849); theoretische, praktische und analytische Chemie, in Anwendung auf Künste und Gewerbe heraus. Das letztere Werk ist auch ins Deutsche übertragen worden und in Braunschweig bei Schwetschke und Sohn erschienen. Die Bearbeitung wurde von F. Stohmann und mehreren Anderen besorgt; der erste Band der 1. Auflage wurde jedoch als aufgeforderter Mitarbeiter größtentheils von dem Verfasser der vorliegenden Geschichte der Chemie, in's Deutsche, unter Zugabe von verschiedenen Original-

Aufsätzen übertragen.*) Außerdem hat Muspratt verschiedene Aufsätze in Liebig's Annalen publicirt; z. B.: über die schweflig-sauren Salze; über eine Bildungsweise des Anilins mit A. W. Hofmann; über das Toluidin; über das Natranilin; über die Salze der selenigen Säure; über die Identität der Methyl- und Aethyl-Unterschwefelsäure u.; ferner in Proceed. Roy. Soc. Edinb., der Medical Times hat er mehre Aufsätze publicirt.

William Christoph Zeise (Dr. phil.), geboren den 18. October 1789 zu Slagelse (Seeland), gestorben zu Kopenhagen den 12. November 1847), war ursprünglich Pharmaceut, seit 1822 Professor der Chemie an der Universität zu Kopenhagen, zugleich Lehrer dieser Wissenschaft an der polytechnischen Schule daselbst, seit 1829; auch seit 1824 Mitglied der königlichen Dänischen Gesellschaft der Wissenschaften. Zeise hat manches Vortreffliche für die Wissenschaft geliefert, er schrieb z. B.: *de vi corporum alcalinorum materias regno organico peculiare transmutandi, annexis quibusdam de transmutatione chemica in genere* (Havn 1817); *Erindrings ord til Forelasningsr over anvendt Chemie* (ebendaselbst 1825); *Prøgm. de chlorido platinae et alcohole vini sese invicem permutantibus, nec non de novis substantiis inde oriundis* (ebendaselbst 1830 deutsch Poggenдорff's Annalen XXI. 1831); *Hauthogensyren nud negle af dens Producter og Forsninger* (Danske Vidensk. Selsk. Skr. Raefke IV. Ed. I. 1824); *Mercaptenet, nud Bemærkninger over nogle andre nye Producter Scovelvisy osresalterne, soe ag af den tunge Viudis, ved Sulfureter* (ebendaselbst VI. 1827); *Undersøegelse Productere vel Tobakens tørre Destillation og over Tobaks Rogens chemiske Bekæffenhed* (ebendaselbst X. 1843); *om at Product of Ammonium-Sulfocyan-Hydrat* (ebendaselbst) u. s. w.

Hans Rudolf Hermann (geboren 1805 zu Dresden), Chemiker in Moskau, hat sich durch seine Untersuchungen über die seltenen Elemente, Lithium, Tantal, Niobium, Vantham, Cer, Didym, Itmenium, auch über den Zuckergehalt der Runkelrüben, über die schwarze Ackerkrume des südlichen Rußlands, Moder- und Humus-säure und manche andere Arbeiten einen sehr guten Namen in der chemischen Welt erworben. Seine Abhandlungen sind größtentheils in Poggen-dorff's Annalen und Erdmann's Journal für praktische Chemie auch noch in jüngster Zeit veröffentlicht worden.

Gerardus Johannes Mulder (Dr. med.), geboren den 27. December 1802 zu Utrecht, war früher seit 1827 Lector an der medicin. Schule zu Rotterdam, auch praktischer Arzt daselbst, seit 1840 Professor der Chemie zu Utrecht.

*) Später ist (von 1860—1864) von dem Verfasser bekanntlich ein reines Original unter dem Titel: „Gewerbe-Chemie oder die Chemie in ihrer Beziehung zur allgemeinen Kunst- und Gewerthätigkeit. — Ein Handbuch der technischen Chemie und chemischen Technologie für Fabrikanten, Techniker, Künstler, Gewerbetreibende, Berg- und Hüttenleute, Cameralisten, Chemiker, Cheven der technischen Lehranstalten u. s. w., leichtfaßlich bearbeitet von Dr. Th. Gerding, Dirigent des Technicums in Göttingen; (3 Bände — 120 Bogen; Göttingen Vandenhoeck-Ruprechts Verlag) erschienen.

Mulder ist besonders durch seine Leistungen in der organischen Chemie in der chemischen Welt rühmlichst bekannt, hat zahlreiche Untersuchungen ausgeführt und veröffentlicht, deren Aufzählung zu weit führen würde, mögen hier nur folgende seiner Productionen angeführt werden:

Proeve eener algemeene physiologische Scheikunde 10 Stücken (Rotterdam 1843—50; deutsch von J. Moleschott. 8 Lief. Heidelberg 1844—47; von Kolbe, Schnedermann und Limpricht mit Zusätzen vom Verfasser. 14 Lief. Braunschweig 1844—51); Het streven der stof naar harmonie Rotterdam 1844); de wign scheikundig beschouwd (Rotterdam 1855, deutsch v. K. Arenz in Leipzig 1856); ferner gab Mulder heraus: 1) Bidragen tot de natuurkundige wetenschappen (mit H. E. van Hall und W. Brolik; 7 Bände. Amsterdam 1826—1832); in welchem er zahlreiche, interessante Arbeiten niederlegte; 2) Natuur-en scheikundig Archief (vom 4. Bande an mit W. Wendebach, 6 Bände, Rotterdam und Leyden 1833—1838, mit einer reichen Auswahl von Mulder's Original-Arbeiten); Bulletin des sciences physiques et naturelles en Neerlande (mit F. A. W. Miquel und W. Wendebach 1 vol. Rotterdam 1839); 4) Scheikundige Onderzoekingen gedaan in het Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool (6 Bände, Rotterdam 1842—1851); 5) Scheikundige Verhandlungen en onderzoekingen 2 St. (Rotterdam 1857). Auch in diesen drei letzteren Werken finden sich viele Original-Arbeiten Mulder's.

Carl Gustav Mosander (geboren den 10. September 1797 zu Calmar, gestorben den 15. October 1838 zu Augsholm bei Drottningholm), ein Schüler des berühmten Berzelius (früher Pharmaceut), war Professor der Chemie und Mineralogie am Carolinischen Institut zu Stockholm und Mitglied der Academie der Wissenschaften. Er publicirte namentlich Untersuchungen über das Erbium, Terbium, Didymium, Lanthanium, Cerium in schwedischen Zeitschriften, zum Theil in Poggendorff's Annalen.

L. J. Svanberg (Lars oder Lorenz Fredrik), Dr. phil., geboren zu Stockholm, den 13. Mai 1805, gehörte eine Zeit lang (1841) zu Liebig's Schülern, war aber zuvor Lieutenant beim mechan. Corps der schwedischen Flotte, zugleich (seit 1838) Chemiker der Brucksocietät und (seit 1839) Lehrer der Chemie und Physik an der Kriegsakademie zu Carlberg, seit 1839 Mitglied der Academie der Wissenschaften zu Stockholm, seit 1850 auch Chemiker an derselben, und zwar seit 1852 mit dem Titel Professor; seit 1858 aber Professor der Chemie an der Universität Upsala.

Svanberg veröffentlichte zahlreiche, werthvolle Aufsätze in schwedischen Zeitschriften, z. B. über Catechusäure, Citronensäure, Osmium, Zirkonium, Furfur, sehr viele Mineralanalysen u., redigirte die Jahresberichte über die Fortschritte der Chemie: 1847, 1848 in Stockholm 1849, 1850 u., und übersetzte verschiedene der Chemie fern liegende Werke.

Erwähnt zu werden verdienen hier auch noch unter Anderen zwei Schüler des Berzelius, welche sich ebenfalls bekannt gemacht haben; nämlich: N. A. C.

Nordenskjöld, geboren zu Helsingfors den 18. November 1832, Professor der Chemie und Mineralogie am Carolin-Institut in Stockholm, Mitglied der Academie der Wissenschaft daselbst; ferner Johann August Arfvedson (geboren den 12. Januar 1792 in Stagerholms-Brut, Staaborgs Län, gestorben den 28. October 1841 zu Hedensoe), Bruckspatron (Bergwerksbesitzer) und Mitglied der Academie der Wissenschaften daselbst.

Frankreich hat von jeher, wie wir bereits aus Vorliegendem schon erfahren haben, in der Naturwissenschaft, besonders in der Chemie Koryphäen, ja sogar bedeutende Notabilitäten geliefert, und wir sind bereits belehrt worden, daß in Paris gewiß der Keim unserer heutigen Wissenschaft am eifrigsten und lebhaftesten entwickelt wurde, daß von Frankreich aus, namentlich durch Lavoisier eine Umgestaltung der früheren chemischen Bestrebungen und Richtungen angebahnt wurde, daß von dort aus Deutschland und England erst angeregt und beeinflusst wurden, der interessanten Wissenschaft ein großes Augenmerk zuzuwenden. Der Verfasser kann daher nicht umhin, unter vielen, in dem laufenden Jahrhundert wirksamer, bedeutender französischer Chemiker zu gedenken, wiewohl die Namen hinreichend bekannt sind. Männer wie Regnault, Pelouze, Frémy, Payen, Boussingault, Deville, Gerhardt, Laurent u. sind jedem Chemiker bekannte Namen, die Leistungen derselben, so ersprießlich für die Wissenschaft, daß es genügen dürfte, jene Celebritäten der Wissenschaft nur dem Namen nach anzuführen, wenn der Verfasser nicht der Meinung Raum geben möchte, daß auch Manchem einige kleine Notizen willkommen sein werden und Interesse gewähren könnten.

Henri Victor Regnault, (geboren zu Aachen den 21. Juli 1810) trat 1822 als Élève in das Corps des Mines und wurde 1847 Ingénieur-en-chef 2. Klasse, gleichzeitig Professor der Chemie an der École polytechnique (deren Schüler er von 1830—1832 gewesen war), und der Physik am Collège de France, zu Paris, seit 1840 auch Mitglied der Academie der Wissenschaften, und seit 1854 Director der Porzellanfabrik zu Sèvres.

Von seinen umfassenden Leistungen mögen folgende Erwähnung finden:

Hinreichend bekannt in Deutschland sind seine beiden selbständigen Werke: *Premiers Éléments de chimie* 1 vol. in grand-18 avec figures dans le texte (Paris 1850, ins Deutsche von dem Professor Strecker, gegenwärtig in Tübingen, übertragen auch ins Englische, Italienische und Holländische übersetzt): Die deutsche Ausgabe hat bereits zahlreiche Auflagen erlebt, und ist unter dem Titel *Regnault-Strecker's* kurzes Lehrbuch der Chemie (Braunschweig), an vielen Schulen und Hochschulen eingeführt; die französische erschien in 4. Auflage im Jahre 1861 zu Paris, (bei Victor Masson, et fils, dem ursprünglichen Verleger des Buches). 1 vol. grand-in-18, avec 142 figures dans le texte. — Ein größeres Werk: „*Cours élémentaire de chimie*,“) par Regnault“ erschien chez

*) Von dem *Cours élémentaire* par Regnault ist auch vor etwa 14—16 Jahren durch den gegenwärtig als Professor extr. der Chemie an dem physiologischen Institut, zu Göttingen, fungirenden Dr. Boedeker eine deutsche Ausgabe besorgt worden und zu Berlin erschienen.

Victor Masson et fils à Paris (2. vol. in pt. 1847—1849; 4. édition 4. vol. ebendaſelbſt 1853; 5. édition 4. vol. grand in-18, avec 2. pl. en taille-douce et 700 figures dans le texte; ebendaſelbſt 1819—1840).

Regnault hat außer dieſen ſelbſtändigen Werken, die Wiſſenſchaft durch zahlreiche Forſchungen erweitert; es mag daher nicht unterbleiben, wenigſtens einige hier anzuführen, ſo z. B. ſur la compoſition de la liqueur des Hollandois et ſur une nouvelle ſubſtance éthérée (Annales de chimie et de physique LVIII. 1835); Recherches de chimie organique (ebendaſelbſt LIX. 1835); Recherches ſur les combustibles minéraux (ebendaſelbſt LXVI. 1851); Examen chimique de quelques variétés de dialgues (ebendaſelbſt LXIX. 1834); ſur l'acide chlorosulfurique (ebendaſelbſt LXXI. 1839); Recherches ſur la chaleur ſpécifique des corps ſimples et composés (ebendaſelbſt LXXIII. 1840); Recherches chimiques ſur la reſpiration des animaux des diſſerſes classes (mit J. Reiſet ebendaſelbſt Ser. II. XXVI. 1849); Recherches ſur la compoſition de l'air atmosphérique (ebendaſelbſt XXXVI. 1852); ſur les forces élaſtiques des vapeurs dans le vide et dans le gaz aux diſſerſes températures, et ſur les tensions des vapeurs fournies par les liquides mélangés ou ſuperpoſés (Comptes rendus XXXIX. 1834) etc.

Théophile Jules Pelouze, geboren den 26. Februar 1807 zu Valognes Dép. La Manche, urſprünglich Pharmaceut, von 1827—1829 Préparateur bei Gay-Luſſac und Laſſaigne, 1830 Profeſſor der Chemie in Ville, Répétent und ſpäter Profeſſor der Chemie von 1831—1847 an der École polytechnique, auch von 1831—1850 am Collège de France in Paris, daneben Essayeur (1833), Vérificateur des Essais (1846) bei der Münze und ſeit 1848 Präſident der Münzcommiſſion; ſeit 1857 Mitglied des Inſtituts.

Unter ſeinen Leiſtungen können folgende Erwähnung finden: Abregé de chimie (mit E. Frémy, chez Victor Maſſon et fils à Paris 2. edit. 1848; 4. édition, conforme aux nouveaux programmes de l'enseignement ſcientifique des lycées. Paris 1859, 3 vol. grand in-18, avec figures intercalées dans le texte; ferner Notions générales de chimie (mit E. Frémy ebendaſelbſt 1853); als beſonders hervorgehoben aber: Traité de chimie générale etc. (mit E. Frémy 2 vol. Paris 1847—1850, 2. édition 6 vol. et atlas, ebendaſelbſt 1854—1856); unter dem Titel: Traité de chimie générale, analytique, industrielle et agricole (3. édition entièrement refondue avec nombreuses figures dans le texte, ſept vol.). Außerdem publicirte Pelouze unter anderen folgende Aufſätze über ausgeführte Unterſuchungen; de la fermentation alcoolique et des ferments (mit Kuhlmann Mém. Société. Lille 1831—1832); ſur la nonexiſtence de l'acide ſulfosynapique et ſur la préſence du ſulfo-cyanure de calcium dans la ſémenſe de moutarde (Ann. de chimie et de physique XLIV. 1830); ſur la ſalicine (mit Jules Gay-Luſſac ebendaſelbſt); ſur la compoſition de la ſalicine (ebendaſelbſt XLVIII. 1831); ſur la transformation de l'acide hydrocyanique et des cyanures en ammoni-

aque et en acide formique (ebendasselbst); sur l'oxide rouge de phosphore etc. (ebendasselbst L. 1832); Mém. sur l'asparamide et sur l'acide asparamique (mit Bontron-Charlard LII. 1833); sur l'acide lactique mit J. Gay-Lussac (ebendasselbst); Mém. sur l'huile essentielle de moutarde noire (ebendasselbst LIII. 1833); Mémoire sur le tannin et les acides gallique, pyrogallique, ellagique et metagallique (ebendasselbst LIV. 1833); Extrait de quelques recherches chimiques, faites à Giessen (mit Z. Liebig ebendasselbst LXII. 1836); sur une nouvelle combinaison de cyanagène et de fer (ebendasselbst LXIX. 1838); sur la décomposition de l'ammoniaque par les combinaisons de l'azote avec l'oxygène (ebendasselbst Ser. III. T. II) 1841); sur l'acide sulphyposulfurique (ebendasselbst IV. 1842); sur le sesquichlorine de chrome (ebendasselbst XIV. 1845); sur la saponification des corps gras par les oxydes anhydres (ebendasselbst XLVII. 1856). Außerdem hat Pelouze sehr viele Aufsätze in den Comptes rendus veröffentlicht z. B. sur les équivalents chimiques considérés comme des multiples simples de l'hydrogène; Recherches sur la glycérine; sur la composition de la pyroxyline; sur l'acide paratartrique etc.

Edmund Frémy, (geboren den 28. Februar 1814 zu Versailles), Professor der Chemie an der École polytechnique und am Museum d'histoire naturelle, seit 1857 Mitglied der Académie der Wissenschaften, gab mit Pelouze (siehe Pelouze) die verzeichneten Werke heraus und führte mit Pelouze gemeinschaftlich Versuche aus. Er publicirte, für sich allein eine Chimie élémentaire; ferner veröffentlichte er in den Annales de chimie et de physique z. B. folgende Abhandlungen: sur un acide retiré de la saponine; Distillation de quelques matières végétales avec la chaux; action de l'acide sulfurique sur les huiles; sur les acides métalliques; sur une nouvelle série d'acides formés d'oxygène, des soufre, d'hydrogène et d'azote; Recherches chimiques sur l'or; Rech. sur le cobalt; sur la mine de platine etc.

Anselme Payen, (geboren den 6. Januar 1795 zu Paris); Professor der industriellen Chemie an der École des arts-et-métiers zu Paris, früher Directeur einer Rübenzuckerfabrik zu Baugrard und später einer anderen chemischen Fabrik; seit 1842 Mitglied des Instituts.

A. Payen hat auch außerordentlich viele literarische Arbeiten und Untersuchungen auf das Rühmlichste bekannt gemacht, so daß nur die Beispiele welche hier angeführt werden können, eine beschränkte Zahl ausmachen:

Traité élémentaire des réactifs (mit A. Chevallier Paris, 1822 3. édition 3 vol. ebendasselbst 1841 — mit einem Supplement von Chevallier); Cours de chimie élémentaire et industrielle (2 vol. Paris 1830; 2 vol. Bruxelles 1840); Traité de la fabrication et du raffinage des sucres de canne, de betterave etc. (1832); Résumé du cours pratique de fabrication du sucre indigène (mit Gautier Paris 1838); Manuel du cours de chimie organique appliquée aux arts industriels et agricoles avec atlas etc. (Paris 1842—1843); Précis de chimie industrielle etc. avec atlas (2. édit. Paris 1850, deutsch von W. Fehling,

Stuttgart 1852; 3. edit. 1855); Précis d'agriculture théorique et pratique (mit A. Richard, Paris 1831); etc. ferner: Théorie de l'action du charbon animal dans son application au raffinage du sucre (Annales de Chimie et de physique XXI. 1822); sur l'analyse des tubercules de *Helianthus tuberosus* (ebendaſelbſt XXVI. 1824); Analyse de la partie corticale de la racine de l'*Aylanthus glandulosus* (ebendaſelbſt); sur la fabrication des produits ammoniacaux (ebendaſelbſt XXVIII. 1825); nouveau moyen de préserver le fer et l'acier de l'oxidation (ebendaſelbſt L. 1832); Mémoire sur la diastase, les principaux produits de sa réaction, et leur application aux arts industriels (mit Berſo; ebendaſelbſt LIII. 1833 et LVI. 1834); sur la composition élémentaire de l'amidon de diverses plantes etc. (ebendaſelbſt LXV. 1837); Mémoire sur les acétates et le protoxide de plomb (ebendaſelbſt LXVI. 1837); sur la poids atomique du carbone (ebendaſelbſt Ser. III. T. I. 1841); Acide borique des suffions de la Toscane (ebendaſelbſt); sur l'engraissement des bestiaux et la formation du lait (mit Dumas et Boussingault, ebendaſelbſt VIII. 1843); sur l'analyse du guano (mit Boussingault ebendaſelbſt X. 1844); etc.

Auch hat Bayen sehr viele Auffäge in den Comptes rendus veröffentlicht, z. B. sur les diverses substances azotées contenues dans les farines (V. 1837); Mém. sur la composition chimique de tous les organes des végétaux phanerogames etc. (ebendaſelbſt); Propriétés distinctives entre les membranes végétales et les enveloppes des insectes (XVII. 1843); sur le principe actif du suc gastrique (ebendaſelbſt); sur l'extraction du sucre de betterave (XVIII. 1844 et XXXI. 1850); sur l'altération des pommes de terre (XXI. 1845); sur la pyroxyline etc. (XXIV. 1847); Sucs acides, neutres et alcalins dans les plantes (XXVII. 1848); Mém. sur le caoutchouc et la gutta-percha (XXXIV. 1852); composition et produits du manioc (ebendaſelbſt XLIV. 1857) etc.

Außer diesen beſpielsweiſe angeführten Abhandlungen finden ſich nicht allein in den angeführten Schriften, ſondern in anderen Werken und Zeiſchriften noch zahlreiche von Bayen verfaßte Auffäge, ſo z. B. im Dictionnaire technologique, im Journal des connaissances utiles u. ſ. w.

Der bekannte Agricultur-Chemiſer Jean Baptiſte Joſeph Bouſſingault wurde den 2. Februar 1802 zu Paris geboren, lebte mehre Jahre im Dienſte einer engliſchen Bergwerksgeſellſchaft in Columbien, fungirte dann als Profeſſor der Chemie in Lyon, ſeit 1839 auch als Mitglied des Inſtituts und lebte ſpäter auf ſeinem Landgute bei Weißenburg im Elſaß. — Bouſſingault hat ſich um die Phytochemie, Zoochemie und Agricultur-Chemie außerordentliche Verdienſte erworben; er gab verſchiedene ſelbſtändige Werke heraus und veröffentlichte zahlreiche Unterſuchungen, z. B. Économie rurale, coinciderée dans ſes rapports avec la chimie, la physique, et la météorologie 2 vol. Paris 1844 (auch in's Deutſche übertragen worden von Dr. N. Graeger); mit Dumas: Essai de ſtatistique chimique des êtres organisés, (Paris 3me édit.

1841); ferner *Recherches chimiques sur la végétation* (Mém. de l'Académie XVIII. 1839). Außerdem publicirte er aber noch eine beträchtliche Anzahl von Aufsätzen, vorzugsweise über ausgeführte, sehr interessante Untersuchungen auf den genannten Gebieten, wiewohl außerdem auch über manche andere chemische Forschungen in den *Annales de chimie et de physique*, so z. B.: de l'influence météorologique sur la culture de la vigne; sur le lait de l'arbre de vache; sur le chica; sur le lait vénéneux de l'ura crepitans; sur la composition du sucre de gelatine etc.; sur le développement de la substance minérale dans le système osseux du porc; sur le développement successif de la matière végétale dans la culture du froment; sur la faculté nutritive des fourrages avant et après le fanage; sur la quantité d'azote contenue dans les fourrages; sur la quantité de gluten contenue dans les farines; sur l'influence que le sel, ajouté à la ration, exerce sur le développement du bétail; Experiments statiques sur la digestion; sur l'influence qui le sel ajouté à la ration des vaches peut excercer sur la production du lait; sur la quantité d'ammoniaque contenue dans l'urine; sur la quantité de potasse enlevée au sol par la culture de la vigne; sur la constitution de l'urine des animaux herbivores; de la discussion de la valeur des assolements par les résultats de l'analyse élément.; sur la pluie des Tropiques; sur la cera de palm; sur les eaux chaudes de la Cordillière de Venezuela; d'un nouveau minéral trouvé dans le Parama-Ricco; sur les phénomènes chimiques qui se passent dans l'amalgamat. américaine; Analyse de l'eau du Rio-Vinagre; sur la nature des fluides élastiques qui se dégagent des volcans de l'équateur; Examen d'un composé d'hydrogène et de platine; sur la nature de l'acide phosphorique dans les phosphates naturels; sur la composition de l'atmosphère; sur la combinaison du silicium avec le platine etc.; auch in den *Comptes rendus* veröffentlichte Boussingault verschiedene Forschungen, z. B. sur l'extraction du gaz oxygène de l'air atmosphérique; mit Bèvy: sur la composition de l'air confiné dans la terre végétale; *Recherches* sur la végétation; sur une méthode pour desir l'ammoniaque contenus dans les eaux; sur la quantité d'ammoniaque contenue dans l'eau de pluie recueillie loin des villes etc. etc. Auch führte er verschiedene Arbeiten mit Anderen gemeinschaftlich aus.

Boussingault's Abhandlungen sind größtentheils auch in deutsche Journale übertragen worden.

Henri Etienne Sainte-Claire-Deville (geboren den 11. März 1818 auf St. Thomas — Antillen); von 1845—1851 Docent an der Faculté zu Besançon, zur Zeit Professor der Chemie an der École normale und der Sorbonne in Paris, ist ein noch gegenwärtig sehr hervorragender französischer Chemiker, welcher die Wissenschaft durch seine fruchtbringenden Forschungen sehr bereicherte und noch erweitert. Seine wichtigen Untersuchungen sind größtentheils in den *Annales de chimie et de physique* und den *Comptes rendus* veröffentlicht.

aber auch in deutsche Journale übertragen worden. Es mag hier nur an die wichtigen Arbeiten über das Aluminium, dessen Darstellung, Eigenschaften und Anwendung, über Bor und Stickstoffsäure (in Verbindung mit Wöhler); über Platina und die dasselbe begleitenden Metalle; über eine neue allgemeine Methode der chemischen Analyse; über Kiesel und dessen Verbindungen mit Metallen (in Verbindung mit Caron ausgeführt); über Magnesium, dessen Darstellung u. (mit Demselben); über das Guajakharz (mit Pelletier); über die Verluste, welche die Mineralien durch Wärme erleiden, (mit Fouqué); über die fabrikmäßige Darstellung des Sauerstoffs (mit Debrah); über Terpentinöl; über die Fabrikation des Natriums erinnert werden.

Karl Friedrich Gerhardt (geboren den 21. August 1816 zu Straßburg), hat während seiner kurzen Lebensdauer (von nahezu 40 Jahren) und Wirksamkeit für die Wissenschaft Ausgezeichnetes geleistet und würde ohne Zweifel noch Erheblicheres, bei einem längeren Lebensalter, zu Tage gefördert haben.

Gerhardt, der Sohn eines Fabrikanten, studirte von 1831—1835 in Karlsruhe, Leipzig und Gießen Chemie, lebte, von 1838, an einige Jahre in Paris, fungirte von 1844—1848 als Professor der Chemie an der Facultät der Wissenschaften in Montpellier, privatisirte dann wieder verschiedene Jahre in Paris und bekleidete endlich, von dem Jahre 1855 an, eine Professur der Chemie an der Facultät der Wissenschaften zu Straßburg, wo er aber schon in dem folgenden Jahre (den 19. August 1856) dem Tode erlag. — Gerhardt hat sich besonders in der organischen Chemie einen rühmlichen Namen erworben. Sein Opus: *Précis de chimie organique* (2 vol. Paris 1844—45), ist auch in Deutschland, durch die, unter Mitwirkung von Rud. Wagner, in 3 Bänden 1854—1855 zu Leipzig erschienene Originalausgabe, verbreitet worden; mit A. Laurent gab er *Comptes rendus mensuels des travaux chimiques de l'étranger ainsi que des laboratoires de Bordeaux et de Montpellier* (Paris 1845, fortgesetzt bis 1848) heraus; mit Chancel: *Précis d'analyse chimique qualitative* (ebendasselbst 1835); vor Allem hat sich Gerhardt durch sein neues System, nach welchem er die organischen Verbindungen einzutheilen versuchte, in der wissenschaftlich-chemischen Welt bekannt gemacht. — Die Lehre der Gerhardt'schen Typen bestrebte sich die Lehren von den zusammengesetzten Radicalen, von der Substitution, von den Laurent'schen Kernen (s. Kerntheorie unter „Leopold Gmelin“) und die Thatfachen der Homologie (eine von Laurent und Gerhardt aufgestellte Lehre von den homologen Reihen) in einen solchen Zusammenhang zu bringen, daß jeder derselben der gebührende Einfluß zugestanden, dagegen die einseitige und ausschließende Herrschaft abgesprochen wird. Als Grundlage seiner Eintheilungsmethode wählte Gerhardt einerseits die Thatfachen der Homologie (s. hierüber unter „Laurent“ und den II. Thl. (organische Verbindungen), andererseits die Erfahrungen über die genetische Verknüpfung der einzelnen organischen Materien unter einander. — Die Homologie leitete ihn in der Bildung der obersten Reihen u. (s. d. II. Thl.)

théorie de la cémentation; sur l'acide oléique etc.; sur les borates de potasse et de soude et sur le tungstate de tungstène et de potasse: sur les acides ferri-et ferri-mangani-tungstiques etc.; außer sehr vielen reichhaltigen andern und namentlich über Naphthalin, deren bereits oben Erwähnung gethan wurde.

Mögen hier nun endlich noch, ehe wir einen Blick auf Deutschland und die deutsche Schweiz, namentlich bezüglich der noch lebenden Chemiker, werfen, zwei in Genf oder Genève (in der französischen Schweiz) geborene Chemiker nicht außer Acht bleiben, wiewohl wir, wenn es für vorliegenden Zweck nicht zu weit führen würde, noch eine ganze Reihe tüchtiger, selbst hervorragender, theils noch sehr wirksamer und theils schon zu den Vätern gegangener Chemiker Frankreichs zu gedenken hätten. — Diese beiden hier gemeinten Chemiker sind Persoz und Saussure.

Jean François Persoz ist am 9. Juni 1805 zu Genf (Genève) geboren worden und war in seiner Laufbahn zunächst, von 1826—1832, Préparateur unter Thénard, am Collège de France, alsdann seit 1833 Professor der Chemie an der Faculté der Wissenschaften zu Straßburg, seit 1835 Direct. und Professor der Chemie an der École supérieure de Pharmacie daselbst, und bekleidete seit 1852 die Stellung eines Professors der Färberei und des Zeugdrucks (de teinture et de l'impression des tissus) am Conservatoire des Arts-et-Métiers in Paris.

Persoz machte sich vielfach bekannt durch seine Introduction à l'étude de la chimie moléculaire (Paris 1839), besonders durch seine Traité théorique et pratique de l'impression des tissus (4 vol. ebenda selbst 1846), sowie durch vielfache Untersuchungen, welche hauptsächlich in den Annales de chimie et de physique und den Comptes rendus veröffentlicht worden sind, so z. B.: sur la diastase, les principaux produits de ses réactions, et leur application aux arts industriels; sur la préparation de l'osmium et de l'iridium, et sur l'action du sulfate acide de potasse sur les métaux du platine en présence des chlorures alcalins; sur l'amidone et suite des recherches sur la diastase (mit Bayen); sur le chlore comme antidote de l'acide hydrocyanique (mit Ronat); sur les pyrophosphates doubles; considérations sur le poids atomique du cuivre et sur quelques composés de ce métal; sur l'acide acétique; sur la formation d'une matière solide particulière dans l'huile essentielle de térébenthine exposée au contact de l'air (mit Boffenot); nouvelle méthode d'analyse pour l'évaluation des principes constituants des matières organiques; Remarques sur la théorie des substitutions de Mr. Dumas; sur quelques faits relatifs aux composés oxydes du soufre; sur les combinaisons du gaz ammoniac avec les chlorures métalliques; sur l'ord de tendance des oxydes pour les acides, et les applications qui en découlent; sur les produits qui se forment par l'oxydation de la gélatine; sur l'altération des acides tartrique, racémique, citrique, mucique et gallique par les suroxydes plombique et manganique; nouv. procédé pour la culture de la vigne; sur quelques faits

relatifs à la végétation; de l'action que l'acide acétique concentré peu exercer; sur le sucre de canne et la fécule; sur la conservation des grains au moyen de la chaux vive; sur la composition chimique de couleurs sur les peintures de l'Alhambra etc.

Nicolas Théodore Saussure, geboren zu Genf am 14. October 1767, Professor der Mineralogie und Geologie an der Akademie, auch Mitglied der Societé de physique et d'histoire naturelle daselbst, wurde nach thätigem Streben für Chemie, besonders für weitere Ausbildung der Agricultur-Chemie, um welche er sich sehr verdient machte, den 15. April 1845, in Genf, durch eine höhere Bestimmung, in ein besseres Leben abgerufen.

Saussure legte die Resultate seiner Forschungen fast sämmtlich in den Mémoires de la Societé de Genève, Journal de physique, Bibl. brittann. und in den Annales de Chimie et de Physique etc. nieder, aber es finden sich dieselben auch in deutschen Journalen. Sie beziehen sich hauptsächlich, wie erwähnt, auf die Agricultur- und Phytchemie, aber auch andere chemische Gegenstände, so z. B.: Recherches chimiques sur la végétation; de l'influence des fruits verts sur l'air; de l'altération de l'air par la germination et par la fermentation; de l'influence du sol sur quelques parties constituantes des végétaux; de l'action des fleurs sur l'air et de leur chaleur propre; sur le gaz acide de l'atmosphère; sur l'absorption des gaz par différents corps; sur le phosphate de potasse trouvé chez les végétaux etc.

Es mögen hier nun noch einige wenige ausländische Chemiker, dem Namen nach, angeführt werden, wiewohl dieselben ohnehin jedem Chemiker bekannt sind. Vorn würde der Verfasser zwar, den nachstehenden und andern mehr oder weniger für die Wissenschaft bedeutsamen Männern, ein ausführliches biographisches Andenken widmen, wenn ein weiteres Fortfahren in dieser Weise nicht über das vorgesteckte Ziel hinausginge. Ein Fouqué, Chancel, Caron, Debray, Desfaignes, Playfair, Wurz, Péligot, Lassaigne, Dupasquier, Langlois, Margueritte, Roseleur, Lavauz, Dupré, Pasteur, Berthelot, Berthier, Duhamel, Marignac, Henry, Damour, Véchamp, Anderson, Arnaudon, Wanklyn, Taylor, Méne, Niclès, Niepce, Maumené, Mallet, Matteucci, Debus, Malaguti, Leblanc, Lewy, Lesfort, Gladstone, Galloway, Baudrimont, Levol und viele andere tüchtige Männer.

Die angeführten Männer, welche zum Theil noch recht wirksam sind und von denen die Wissenschaft noch manches Ausgezeichnete zu erwarten hat, bilden nur einen kleinen Theil der eifrig gewesenen und noch eifrigen Forscher. Ebenso würde weit auszuholen sein, wenn wir die in Deutschland und in der Schweiz sämmtlich thätig gewesenen und noch productiven Forscher einzeln beleuchten wollten; denn ihre Zahl ist gar groß, besonders die der noch lebenden und täglich auftretenden jungen Kräfte; ja schon alle die Namen der gegenwärtig florirenden Chemiker anzuführen, würde einen beträchtlichen Raum einnehmen; es wird also

insofern schon eine gewiß verzeihliche Beschränkung stattfinden müssen. Es mögen daher nur noch einige angeführt werden; z. B. Schloßberger, Mohr (gegenwärtig Docent in Bonn), Strecker (Professor der Chemie in Tübingen), Kestulé, Schnedermann, Knop, Hassenfratz, Limpricht, Sonnenschein, Brunner, Büchner (Darmstadt), Hallwachs, Beilstein, v. Uslar, List, Bödeker, Wicke, Hübner, Fittig, Beyer, Zwenger, Werther, A. Müller, Heeren, Himly, Schulze, Hünefeld, Osann, Bromeis, Bergmann, Delffs, Bornträger, Gößmann, Geuther, Sudow, Reichardt, Ludwig, Bley, Overbeck, Duflos, Ehrmann, Engelhardt, Reinsch, Völker, Völkel, Kraut, Stohmann, Henneberg, Kühn (Leipzig), Kühn (Halle), Pirzel, Landolt, Baumert, Löwe, Kerndt, Dammer, Stahl Schmidt, Streng, Kerl, Städler, und eine große Anzahl Anderer, deren Aufzählung zu weit führen würde; es mag daher dem Verfasser verziehen werden, wenn nicht jeder bekannte oder gar bedeutende Chemiker seinen Namen hier verzeichnet findet. Vielleicht wird der Leser schon durch die vielen mehr oder weniger kurzen Biographien ermüdet, und doch hielt der Verfasser es für angemessen, eine solche Ausdehnung nicht zu unterlassen, da ja der allgemeine Theil, neben der Entwicklung der Chemie, auch einen großen Theil der das quantitative Zeitalter begründenden und bereichernden Männer, so wie deren Leistungen enthalten mußte, um die Riesenfortschritte der Wissenschaft zu belegen und den vielseitigen, emsigen Fleiß der Chemiker zu beweisen. — Waren auch Männer wie Lavoisier, Gay-Lussac, Berzelius, die eigentlichen Begründer der neueren Chemie, so ist doch das wissenschaftlich-chemische Lehrgebäude durch die genannten Männer und viele Andere außerordentlich erweitert und befestigt worden, wie ja dieses noch täglich geschieht.

Zweiter Theil.

Specielle Geschichte der Chemie

oder

Geschichte der wichtigsten chemischen Lehren, Theorien und einzelnen
Stoffe.

Specielle Geschichte der Chemie

Zweiter Theil.

1800

Geschichte der wichtigsten chemischen Lehren, Theorien und Erfahrungen.
Stoffe.

Einleitung.

Der erste Theil des vorliegenden Werkes gewährt eine Entwicklung der chemischen Wissenschaft, mit möglichster Rücksicht auf die Biographie der hervorragendsten Chemiker, in Perioden, aber sie lehrt nicht speciell die Geschichte der einzelnen wichtigsten Lehren, Theorien und Stoffe, welchen eine besondere Abtheilung vorbehalten bleiben mußte, die uns belehren wird, wie die Kenntniß über die wichtigsten einzelnen Gegenstände der Chemie sich entwickelt hat. — Die verschiedenen Perioden haben uns zwar gezeigt, wie vom Anbeginn die Chemie Jahrhunderte hindurch zu einer interessanten Wissenschaft sich constituirt hat, die nicht allein den Geist erhebt und erfreut, sondern welche in das materielle Wohl so tief eingreift und auf die übrigen Naturwissenschaften einen so wesentlichen Einfluß ausgeübt hat, daß sie durch jene einen erheblichen wissenschaftlichen Charakter erlangt haben. Die einzelnen Perioden lehrten uns ferner, in wie weit die Kenntnisse des quantitativen Zeitalters von den ersteren Perioden des chemischen Wissens verschieden sind, wie sogar im Alterthum von chemischer Wissenschaft durchaus nicht die Rede sein konnte; aber sämtliche Perioden haben uns noch nicht Gegenstände gebracht und uns auch nur aphoristisch gelehrt, welchen Einfluß die Kenntnisse in der Anwendung auf das praktische Leben ausgeübt haben. Es würde daher eine historische Entwicklung der einzelnen Zweige der Chemie vorausgehen müssen, wenn nicht die Anwendung der Kenntnisse aus der Geschichte der einzelnen Gegenstände sich ergeben sollte. Es würde zwar von großem Interesse sein, die specielle historische Entwicklung der analytischen Chemie, der Agricultur-Chemie zc. wie es in Kopp's ausgezeichnetem großen Werke geschehen, vor sich zu sehen, aber diese Zweige der Chemie würden auch eine Geschichte der physiologischen Chemie zc. erfordern. Da es aber, streng genommen, nur eine Chemie gibt und höchstens eine reine und angewandte Chemie unterschieden werden kann, so dürfte das etwa Gewünschte, eben so einleuchtend, und mehr im Zusammenhange, aus den einzelnen Gegenständen sich ergeben, wenn auch nicht erwartet werden darf, daß hier eine Geschichte der einzelnen Gegenstände der organischen Chemie gegeben werde; wiewohl

jedoch die wichtigsten Lehren und Stoffe *z.* dieses besonderen Zweiges der Chemie Erwähnung finden können. — In der Bibel heißt es bekanntlich: „Wer Augen hat zu sehen, der sehe, wer Ohren hat zu hören, der höre“, und so darf der Verfasser wohl einem Jeden der würdigen Leser auf den Text verweisen, welcher hier folgen wird. Bevor jedoch dieser Text verlesen wird, bevor die einzelnen Gegenstände historisch berührt werden, mag der einzelnen Theorien der allgemeinen Chemie etwas specieller gedacht werden. Dahin gehört vor Allem die Entwicklung der Verwandtschaftslehre, der allgemeinen Begriffe über Salze, Säuren, der atomistischen Theorie, der Stöchiometrie *z.*, indem hinsichtlich des Begriffs der Chemie auf den Anfang und die Fortsetzung des allgemeinen Theils verwiesen werden kann.

Obgleich nun der Begriff und das Wesen der Alchemie, die Ideen über den Stein der Weisen, genugsam hervorleuchten, weitere Details und Specialitäten, welche für die heutige Chemie ein nur sehr geringes Interesse, fast gar keinen historischen Werth haben, und den Leser ermüden dürften, so mögen dennoch hier jene einzelnen Begriffe speciell gegeben werden.

Des Ursprungs und der Abstammung, oder vielmehr der ethymologischen Ableitung des Wortes „Chemie“ ist bereits in der Einleitung des allgemeinen Theils (S. 4 und 5) gedacht worden, auch die hierüber veröffentlichten, historisch motivirten Ansichten L. Lémery's, in dessen *Cours de Chimie*, p. 1 u. 2 (f. Thl. I. S. 90 und 91 d. h. allgemeinen Theil d. W.), J. M. Hoffmann's in den von ihm wiederholt Thl. I. angeführten „*Acta laboratorii*“, Caput I. p. 9. (f. hierüber Thl. I. d. W. S. 95.) und Boerhave's, in seinem *Opus: „Elementa chemiae“*, pars prima: de historia artis, (f. Thl. I. auch S. 109 und die *Elementa chemiae*, ps. I. p. 2; auch S. 257 d. W.) *z.* wurden erwähnt, aber dennoch mag eine weitere Erörterung mit einigen weiteren historischen Belegen hier am Orte sein, indem übrigens auf das im allgemeinen Theile bereits Gesagte (S. 4 und 5) verwiesen werden muß. Dort wurde das Wort „Chemie“ nach Plutarch als aus dem Koptischen, von „Cham, Chemi“ *z.* (Chemia) herstammend hingestellt, die Ausdrücke: *χημία*, *χημεία*, als später von griechischen Schriftstellern gebräuchliche oder jüngeren Ursprunges bezeichnet, und die Ableitung des Namens unserer Wissenschaft, von den Ausdrücken *χέω* (*χέω*) oder vielmehr *χέειν* und *χυμός* als eine noch später übliche oder gedachte aufgeführt. Auch Boerhave führt, wie erwähnt, (f. unter „Boerhave“) die Herstammung des Wortes „Chemie“ von den Egyptern als ursprüngliche an; ebenso manche anderen vormaligen Schriftsteller, während L. Lémery (f. S. 90 Thl. I.) unter Anderem auch noch eine Abstammung aus dem Hebräischen von Chema andeutet. Indessen gibt uns der vor 100 Jahren nach Christi Geburt lebende griechische Schriftsteller Plutarch mit seinen früheren Bezeichnungen *χημία* (Chemia) für das Land Egypten (f. Thl. S. 4) das Zeugnis der Wahrscheinlichkeit für den daher stammenden Ursprung des Wortes in die Hände, und haben wir, diesen ältesten Berichten zufolge, diese Annahme festzuhalten.

Nach dem 400 Jahre nach Christi Geburt lebenden griechischen Schriftsteller Zosimos, wurde die geheime, von hohen Wesen eingeimpfte Kunst der Darstellung des Goldes und Silbers, in sich schließende Wissenschaft *χημᾶ* genannt, ein Ausdruck, welcher jedenfalls mit dem von Lémery angeführten Chema zusammenhängen dürfte.

Bei griechischen Autoren überhaupt wird jene Bezeichnung zuerst für die Scheidekunst oder deren Kenntnisse gebraucht, und daraus ist der Ausdruck: *χημία* (oder nach dem Koptischen Chemia), ohne Zweifel eher üblich gewesen, als das Wort *χυμία*. Zosimos hat z. B. ein Werk unter dem Titel: *περί τῆς χημείας* geschrieben; auch finden wir bei späteren griechischen Schriftstellern nur die Ausdrücke: *χημία* und *χημεία*, wiewohl diese nicht häufig vorkommen, sondern Bezeichnungen im Sinne der Alchemie (s. w. u.) bei ihnen üblicher sind; dagegen ist der Ausdruck *χυμία* oder *χυμεία* vergebens bei ihnen zu suchen; und den griechischen Schriftstellern muß doch in dieser Beziehung das größte Vertrauen geschenkt werden.

Allerdings ist hinreichend bekannt und ergibt sich aus dem im allgemeinen Theile angeführten und citirten Schriften, deren Titel u., daß in späterer Zeit, wo die Scheidekunst eine Rolle zu spielen begann und spielte die Bezeichnung: „Chymia“ sehr üblich gewesen ist, dagegen der Ausdruck „Chemia“ fast niemals gebraucht wird.

Aber wie leicht eine solche kleine Abänderung des Namens für die vorzeitliche scheidekünstlerische Thätigkeit möglich gewesen ist, dafür spricht, daß die von den Alexandrinern auf die Araber übertragene Bezeichnung, für die Metallveredlung von Seiten der Letzteren, mit dem arabischen Artikel zusammengesetzt wurde und so den Ausdruck: „Alchemie“ hervorrief.

Es ist ferner S. 5. und auch S. 90. erwähnt worden, daß als Stammwörter: *χυμός*, Saft, und *χέω* ich schmelze (*χέειν*, ausgießen, flüssig machen, schmelzen), für den Namen unserer Wissenschaft angesehen wurden, weil man dadurch die Beschäftigung, d. h. die Darstellung von Flüssigkeiten und Kräutersäften, die Ausführung chemischer Operationen passend bezeichnet glaubte, — woher denn auch die Behauptung, daß *χυμεία* (oder *χυμία*) die älteste Form oder das eigentliche Stammwort für „Chemie“ sei, rühren mag. Jedoch wird durch solche Annahmen und Ableitungen keineswegs eine Erklärung geliefert, weshalb die Griechen für die Ausführung alchemistischer Ideen das Wort: „*χημεία*“ gebrauchten, welches die lateinischen Schriftsteller nach dem Wortlaut des geschriebenen *χημία* wiedergaben. — Man hat zwar verschiedene historische Beweise für jene Ableitung von *χέω* und *χυμός*, aufzufinden gesucht, aber nicht solche ermittelt, welche sich auf die alchemistischen Bestrebungen beziehen, und daher muß dieselbe ohnehin als eine gesuchte nicht gehörig motivirte bezeichnet werden, sind wir also genöthigt, das Gesagte, über die Abstammung des Namens unserer Wissenschaft, aus dem Koptischen, aus dem späteren *χημία* oder *χημεία*, als geltend anzunehmen.

Wollten wir nun weiter untersuchen, welchen Begriff man mit dem Namen

Chemie in den verschiedenen Perioden der Entwicklung verband, so würde das nur eine Wiederholung sein und daher sehr ermüden; ja es kann in der That insofern auf den allgemeinen Theil verwiesen werden; denn dort ist genugsam von den alchemistischen Bestrebungen vom medicinischen Zeitalter und von der späteren Bedeutung der Chemie für die Gegenwart gesprochen worden, und da aus diesen wechselnden Zwecken, welche die Chemie verfolgte, eine verschiedene Begriffs-Bestimmung sich von selbst ergibt, so würde es als nutzlos und überflüssig erscheinen müssen, alle die oft curiosen Definitionen hier aufzuzählen, um so mehr, da auch die Entstehung des Namens „Alchemie“ und der Zweck dieser sogenannten Goldmacherkunst mehrfach erwähnt worden ist, auch weiter unten noch einige specielle Rückblicke nicht unterlassen bleiben sollen. Es mögen jedoch zunächst hier einige Belege und Citate berührt werden, wiewohl die Begriffe den ersteren Perioden sich ja nur auf die Kunst der Metallveredlung, auf die Bereitung des Steins der Weisen beziehen können. Denn bei den Griechen war ja von *χημεία*, wie erwähnt seltener, dagegen von der Alchemie, welche als *ἁγία τέχνη* oder heilige Kunst, auch als *χρυσονοία* (Goldmacherkunst) bezeichnet wurde, häufiger die Rede. Suidas (um 1100 n. Chr.) gibt in seinem Lexicon, für das Zeitalter der Alchemie, eine sehr kurze Definition, indem er die Chemie als die künstliche Zubereitung oder Darstellung von Silber und Gold bezeichnet, nämlich er sagt: *χημεία ἡ τοῦ ἀργύρου καὶ χρυσοῦ κατασκευή*, obgleich daraus der Unterschied zwischen Synthesis und Analysis nicht erhellt.

Libavius *) sagt in seiner Alchemie: „Alchemia est ars perficiendi magisteria (oder chemische Präparate) et, essentias puras e mixtis, separato corpore, extrahendi“, wodurch schon die Synthesis und Analysis, als von einander unterschieden angedeutet werden, obgleich sich außerdem in der medicinischen Periode sehr wenige scharfe Definitionen finden.

L'Emery definirt in seinem schon mehrfach erwähnten und S. 90 betrachteten vortrefflichen Cours de Chymie (p. 2), indem er sie als Scheidekunst in dem engeren Sinne des Wortes betrachtet, auf folgende Weise: „La Chymie est un art qui enseigne à separer les differentes substances, qui se rencontrent dans un mixte (s. auch S. 94 Thl. I.); auch fügt er als Beschäftigung oder vielmehr als Gegenstände der Chemie, objects de la chymie, hinzu: J'entens par les mixtes, les choses, qui croissent naturellement à savoir les minéraux, les végétaux et les animaux. Sous le nom de minéraux, je comprends les sept métaux, les mineraux, les pierres et les terres; sous les végétaux, les plantes, les gommés, les resines, les fruits, les sortes de fungus, les semences, les sucs, les fleurs, les mousses, et toutes les autres choses qui en viennent; sous les animaux, les animaux et ce qui leur appartient, comme leurs parties et leurs excremens.

Stahl bezeichnet sie in seinem (Theil I. bereits erwähnten) Werke: „Funda-

*) B 1588—1591 Prof. zu Jena.

menta chymiae dogmaticae et experimentalis“ pagin. I. als die Kunst, zusammengesetzte Körper in ihre Bestandtheile zu zerlegen und aus den Bestandtheilen die Verbindungen wieder hervorzubringen, indem er in dem Proemium (doctrinae chymicae proemium) zu dem genannten Werke sagt:

„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“; ferner heißt es daselbst §. 2: „Subjectum ejus sunt omnia mixta et composita, quae solubilia et combinabilia. Objectum est ipsa resolutio et combinatio, seu corruptio et generatio: Quemadmodum vero ad finem sine mediis non pervenitur ita huic etiam arti pro varietate subjectorum varia competunt;“ sodann §. 3: „Generaliter media haec distingui possunt in materialia, seu quae remotius: et formalia, seu quae proxime ad finem obtinendum faciunt. Illa sunt instrumenta, haec operationes ipsae.

J. W. Hoffmann definirt die Chemie, wie bereits Thl. I. S. 96 erwähnt worden ist, als eine Kunst, welche mit Hülfe erforderlicher Instrumente oder Geräthschaften die Naturkörper auflöst und coagulirt, damit das Reine von dem Unreinen getrennt werde, die wirklich constituirenden Principien oder Grundstoffe erkannt werden (s. Weiteres hierüber, auch die lateinischen Worte seiner Acta laboratorii Thl. I. S. 96).

Boerhave gibt in seinen „Elementa chemiae; pars altera collegii chemici, quae Theoriae Lineas ducit; p. 11“ folgende Definition: „Chemia est ars docens exercere certas Physicas operationes, quibus corpora sensibus patula, vel patefacienda, vasis capienda mutantur, per propria instrumenta: ut definiti, et singulares, quidem effectus producti innotescant, horumque causae ipsa, per effecta pateant; in varios diversarum artium usus.“

Ferner heißt es daselbst: „Objecta, in quibus mutandis, atque observandis, occupatur, sunt corpora sensibilia omnia; quae vel ex sua natura sensibus semet ingerunt; aut et illa, quae non percepta prius arti tamen hac sensuum aciei obnoxia redduntur per se, vel et per effecta sua; inprimis quoties vasis capi queunt ex se, aut et virtute artis eo reducuntur ut coërceri illis possint.

Sowohl jene Definition, als auch dieser Satz über den Gegenstand oder Zweck der Chemie ist ein wenig weitschweifig. — In ähnlicher Weise sind auch viele spätere Definitionen der Chemie geliefert und Ansichten über den Zweck derselben ausgesprochen worden, so z. B. definirt Bergmann die Chemie als die Wissenschaft, welche die Körper untersucht, mit Rücksicht auf ihre Natur, ihre Verhältnisse und die Art, wie sie verbunden sind. Ja selbst in noch späterer Zeit oder in neuerer Zeit, d. h. in dem quantitativen Zeitalter sind vielfach ähnliche und sogar oftmals weitschweifige Definitionen zu Tage gefördert worden, und in der That ist es schwierig, wenn die Chemie kurz und bündig mit Inbegriff synthetischer und analytischer Operationen definirt werden soll. Um so schwieriger wird aber eine solche Definition, wenn wir den vielseitigen Zweck der Chemie im Auge haben, wenn wir bedenken, daß sie einerseits uns mit der Natur der Ele-

mente oder noch nicht zerlegten Grundstoffe und deren Verbindungen vertraut macht und daß sie andererseits uns die auf Erfahrung gegründeten Regeln und Gesetze kennen lehrt, nach denen wir letztere auf künstlichem Wege hervorzurufen und zu zerlegen in den Stand gesetzt werden. Haben wir indessen im Auge, daß nur dann eine chemische Action stattfinden, oder eine chemische Erscheinung auftreten kann, wenn ungleichartige oder heterogene Körper aufeinander wirken, so läßt sich die Chemie, welche bekanntlich einen Zweig der gesammten Naturwissenschaft ausmacht, am kürzesten und bündigsten, wie Seite 6 Thl. I. schon geschehen, als „die Lehre von der Wechselwirkung heterogener Körper auf einander“ definiren.

Daß eine jede Wirkung ihre Ursache hat, jede Naturerscheinung durch gewisse Kräfte bedingt ist, versteht sich von selbst, sonst könnte die Definition auch folgendermaßen gegeben werden: „die Chemie ist die Lehre von der durch gewisse Kräfte bedingten Wechselwirkung heterogener Körper aufeinander.“

Die hier genannten Kräfte sollen in dem ersten Abschnitt dieses zweiten Theils alsbald besprochen, sowie auch die Ansichten der früheren Zeit entwickelt werden; bevor jedoch muß einiges Specielle, obgleich der allgemeine Theil an den betreffenden Stellen darüber schon belehrt, über die Alchemie, deren Ursprung und Bestrebungen hier eingeschaltet werden.

Daß das Wort „Alchemie“ aus dem arabischen Artikel „al“ oder „Al“ und dem Worte Chemia (oder *Χημία*) entstanden ist, wurde bereits mehrfach an den betreffenden Orten erwähnt und es ist darüber noch eine Untersuchung anzustellen nicht erforderlich, weil hinreichend erwiesen worden ist, daß die Araber von den Alexandrinern die vermeintliche edle Goldmacherkunst gleichsam ererbten.

Genugsam ergibt sich zwar aus den Perioden des allgemeinen Theils, welche Bestrebungen die Alchemie verfolgte, aber es ist die Frage, von welcher Zeit an man sich damit beschäftigte, diese Kunst zu betreiben? — Das vierte Jahrhundert nach Christi Geburt gibt uns zuerst historische Beweise, daß man sich bestrebte, aus Körpern, welche weder Gold noch Silber enthielten, diese edlen Metalle herzustellen, obgleich von vielen Seiten diese Bestrebungen weiter zurückgeschoben werden; ja sogar von manchen älteren Größen der Ursprung bis über die Grenzen historischer Kenntniß versetzt wird. So z. B. sagt der mehrfach erwähnte Zosimos in einem seiner Werke, welches jedoch nur in Handschriften existirt: „*περὶ τῆς ἱερᾶς καὶ θείας τέχνης, τοῦ χρυσοῦ καὶ ἀργυρίου ποίησις*“, daß himmlische Wesen irdischen Frauen alle ihre Geheimnisse mitgetheilt hätten, worin auch die Kunst, Gold und Silber darzustellen, begriffen gewesen sei, und diese geheimnißvollen Kräfte mit dem Ausdrucke „Chemie“ bezeichnet worden seien.

Die meisten Alchemisten leiteten jedoch den Ursprung ihrer Kunst, wie auch z. B. Lémery erwähnt (s. S. 91), aus Egypten her und erkannten als ihren Vorgänger einstimmig einen Hermes Trismegistos an. Daß dieser Hermes in Egypten wirklich gelebt haben soll, dafür sind manche Angaben aufgeführt, und

daß die egyptischen Priester im Geheimen die Scheidekunst ausgeübt haben, dafür sprechen Stellen aus dem Diodor, nach denen die Egypter das Feuer verehrt, in ihm das Prinzip der Erzeugung und Vollendung aller Dinge anerkannt und namentlich die Einwirkung desselben auf Metalle gekannt haben sollen; dafür stimmt auch die erwähnte Aussage Plutarch's, daß Egypten früher Chemia genannt worden sei, wogegen später die Chemie, oder vielmehr die Alchemie als egyptische Kunst bezeichnet wurde.

Was die angebliche Existenz des besagten Hermes betrifft, so soll derselbe, nach verschiedenen Berichten ein König Thot oder Theuth, welcher um 2700 vor Christi Geburt lebte, gewesen sein; dieser Name kommt wenigstens für den Erfinder mannichfacher Künste und Wissenschaften bei Plato vor; nach Anderen wurde auch sogar Moses, oder ein 1900 Jahre vor Christi Geburt lebender egyptischer König, Siphos, darunter verstanden; wiederum Andere waren der Ansicht, daß er ein gewisser Chanaan oder Cham gewesen sei, so daß über die Person des vermeintlichen Hermes die verschiedensten Vermuthungen ausgesprochen worden sind. — Uebrigens ist noch bemerkenswerth, daß aus einem Werke, welches von Albertus Magnus herrühren soll, sich ergibt, daß Alexander der Große auf einem Zuge nach Egypten das Grab des Hermes entdeckt und eröffnet habe, und daß in diesem die Tabula smaragdina gefunden worden sei. — Die Tabula, welche bei den Alchemisten, von dem 11. Jahrhundert an, in einem großen Ansehen stand, ist durch einen gewissen Hortulanus zuerst in lateinischer Uebersetzung herausgegeben worden, und es heißt unter Anderem in derselben: „Itaque vocatus sum Hermes Trismegistus habens tres partes Philosophiae totius mundi.“

Demnach muß also wirklich ein solcher Mann existirt haben, und zwar spricht auch dafür, daß die Alchemie vielfach hermetische oder egyptische Kunst genannt wurde, welche man, wegen ihrer Beschäftigung und ihres Zweckes, wie im allgemeinen Theile mehrfach, so auch unter „Lémery“ (S. 91) und Hoffmann (S. 94) angeführt worden ist, spagyrische oder spagirische nannte. — Diese Ausdrücke bedeuten, wie an den betreffenden Stellen erwähnt worden, ein Trennen und Vereinigen oder Verbinden. Lémery und Andere sprechen von einer spagyrischen Kunst oder Spagyrie und manche Schriftsteller von spagirischer Kunst oder Spagirie. — Diese beiden Ausdrücke werden gewöhnlich (wie auf S. 91 und 96) von dem griechischen Worte *σπᾶν* (oder J. Act.: *σπάειν*) ausziehen (in freier Uebersetzung: trennen) und *ἀγείρειν*, sammeln, zusammenbringen (also vereinigen oder verbinden u.) abgeleitet. Da jedoch das Verfahren dieser Kunst ein Trennen und Vereinigen gewesen sein soll, auch häufig, wie z. B. bei Lémery, der Ausdruck: „Spagirie“ gebraucht wird, so dürfte wenigstens hierfür, wie S. 91 erwähnt, die Ableitung von dem lateinischen *spargere* (griechisch: . . . *σπείρειν*), von einander streuen oder theilen (also trennen) und *ἀγείρειν*, sammeln, zusammenbringen u., jedenfalls richtiger sein. Indessen wollen viele Schriftsteller behaupten, daß die besagte Kunst die Alten nicht Spagyrie, sondern Spagirie genannt haben und demnach würde, selbst-

verständlich, die Ableitung von *σπᾶν*, resp. *σπάειν* und *ἀγείρειν*, als die allein richtige zu betrachten sein; auch ist die Zusammensetzung jenes Wortes aus *σπᾶν* (in engster Bedeutung: ausziehen) als ganz passend gewählt worden, weil ja bei chemischen Trennungen der Körper zunächst, meistens, oder doch gar häufig ein Ausziehen gehandhabt werden muß, und die (chemische?) Kunst vor Allem, wie uns die spätere Entwicklung der Geschichte der Chemie gelehrt hat, gewiß hauptsächlich darin bestanden hat, oder darauf hinausgegangen ist, zuvörderst Auszüge aus den betreffenden Körpern zu bereiten.

Obendrein wurden diejenigen Personen, welche mit jener chemischen oder alchemistischen Kunst sich beschäftigten, Spagiriker, aber auch Philosophen, später meistens Alchemisten genannt; wogegen man diejenigen, von denen man glaubte, daß sie das Geheimniß der Metallveredlung wirklich zu erforschen gewußt hatten, Adepten (von *adipisci*, erreichen) nannte. — Der älteste Schriftsteller, welcher des Wortes: „Chemie“ (oder Alchemie) gedenkt, war Julius Maternus Firmicus, welcher um 340 n. Chr. Geb., unter Constantin dem Großen und dessen Sohne lebte; derselbe sagt in seinem unter dem Titel: „*Mathesis*“ herausgegebenen Werke: „*Si fuerit haec domus Mercurii dabit Astronomiam; si Veneris, cantilenas et laetitiam; si Martis, opus armorum et instrumentorum; si Jovis, divinum cultum scientiamque in lege; si Saturni scientiam*“ *Alchemiae* oder *Chemiae*“ (je nach den Handschriften).

Diese Nachricht ist indeß dürftig, da nur der Name, nicht aber die Sache selbst genannt wird; wogegen der um 360 n. Chr. Geb. lebende griechische Medner Themistios Euphrades, umgekehrt nicht des Namens gedenkt, aber von der Verwandlung des Kupfers in Silber spricht.

Das älteste alchemistische Werk wurde von einem angeblichen Democrit (für den im Thl. I. erwähnten Democrit von Abdera gehalten), unter dem Titel: *φυσικά καὶ μυστικά* herausgegeben, aber dem großen Publikum erst durch eine lateinische Uebersetzung im 16. Jahrhundert, obgleich übrigens seit 400, bekannt. Dieses Werk ist als das erste ausführlich über Alchemie handelnde aufzuführen; es wurde von dem schon Thl. I. erwähnten (s. auch S. 22) Synesius (welcher 400 zu Alexandria studirte und 410 Bischof zu Ptolomais wurde), dem ersten alchemistischen Schriftsteller, ein Commentar dazu geliefert, in welchem er die Destillation genau beschrieb (s. S. 22 u. w. u.), obgleich auch schon Dioscorides (S. Thl. I. S. 22 u. 23 u. w. u.) der aufsteigenden Destillation gedacht hat.

Der mit Synesius ziemlich gleichzeitig lebende, Thl. I. ebenfalls mehrfach erwähnte Zosimos von Panopolis, in der egyptischen Thebais, gewöhnlich mit dem Beinamen des Panopoliten oder des Alten von Panopolis bezeichnet, war zur Zeit einer der berühmtesten Alchemisten, wovon seine verschiedenen Schriften, welche er verfaßte, Zeugnis ablegen; so z. B. die schon Thl. I. S. 22 erwähnte: „*περὶ ὀργάνων καὶ καμίνων*“ (d. h. über chemische Geräthschaften und Oefen); ferner *περὶ τῆς ἀγίας τέχνης, περὶ τῆς χημείας* u. a.

Die Ausdrücke *ἁγία* oder *θεῖη τέχνη* „finden sich seit Zosimos Zeiten vielfach benutzt, und sind“, wie schon erwähnt, in alle Sprachen mit der Uebersetzung: „heilige Kunst“ übergegangen.

Zosimos erwähnt, in dem besagten Commentar zu dem vermeintlichen Democrit, eines Pulvers, welches auf Silber geworfen, dieses in Gold verwandele, und spricht davon, wie schön es sei, die Verwandlung der Metalle in einander zu kennen, wie sich nämlich Blei, Kupfer, Zinn und Silber in vollkommenes Gold verwandele (*Κάλλιστον δὲ ἐστὶν εἰδέναι, τῶν τεσσάρων μετάλλων τὰς μεταβολὰς, ἧγουν τοῦ μολύβδου, τοῦ χαλκοῦ, τοῦ κασσιτέρου, τοῦ ἀργύρου, ἵνα γένωνται τέλειος χρύτος*).

Seit Zosimos Zeiten findet die Metallverwandlung auch von Seiten anderer Schriftsteller Erwähnung, so z. B. von Aeneas Gazäos (um 490) in dessen Werke: „Theophrastus de immortalitate animae“ (in lateinischer Uebersetzung aufbewahrt): „Qui materiae habent peritiam, argentum et stannum capiunt, ac priore specie abolita, in animum pulcherrimum conficiunt“, woraus sich ergibt, daß die Verwandlung nie bekannt wurde.

Erwähnenswerth ist auch, daß ein gewisser Stephanos Alexandrinus, welcher um 615 zu Alexandrien lebte, — denn aus dem 6. Jahrhunderte sind wenige selbständige Forscher bekannt, — welcher über Goldbereitung schrieb, nämlich *περί χρυσοποιίας πράξεις ἑννεα* schrieb. Der Ausdruck „*χρυσοποιία*“ wurde, wie bereits angedeutet, von den Griechen für Goldmacherei gebraucht. — Ein Alchemist, Pelagius, welcher kurz nach Zosimos gelebt haben soll, scheint indessen die alchemistischen Bestrebungen vorzugsweise auf die Färberei, resp. auf das Färben der Metalle, zu beziehen, indem er die Alchemie als *ἡ βαφικὴ τέχνη* (die Färbekunst) bezeichnete.

Abgesehen von allen übrigen falschen Vorstellungen und Bezeichnungen, ist nicht zu bezweifeln, daß, wie schon wiederholt erwähnt worden, die Araber den Ausdruck „Chemie“ (als die Kenntniß von der Zusammensetzung im Allgemeinen) zunächst von den Griechen entlehnten, und dieses Wort mit ihrem Artikel „Al“ oder „al“ verbanden, woraus, im Gegensatz zu jenem, das Wort „Alchemie“ (die Kunst der Metallveredlung) entstanden ist.

Alle, vor den hier angegebenen Zeitpunkten liegenden, chemischen und alchemistischen Bestrebungen, oder aus der Vorzeit entnommenen Uebertragungen sind mehr oder weniger unsicher oder gar ganz fingirt und mißverstanden oder auf trügerische Berichte basirt; so z. B. daß man Moses' Schwester Mirza in alchemistische Bestrebungen zugeschrieben, daß um 33 v. Chr. Geb. in China ein Alchemist Li-Lio-Kim existirt, ein gewisser Hiang-Ti daselbst 2500 v. Chr. Geb. Alchemie getrieben habe u.; daß, wie Diodor (um 30 v. Chr. Geb.) und Suidas (aus dem 11. Jahrhunderte), letzterer in seiner *χημεία*, berichten, Diocletian (296 n. Chr. Geb.), bei seiner Eroberung des empörten Egyptens, die von den Vorfahren der Rebellen geschriebenen Bücher über die Chemie, d. h. über die künstliche Darstellung des Goldes und Silbers auffuchen und verbrennen ließ.

Auch von Seiten der Griechen wurden vor dem vierten Jahrhundert, neuester Zeitrechnung, uns keine sicheren Zeugnisse über die alchemistischen Bestrebungen geliefert. Denn z. B. Plinius Bericht, daß Kallias zu Athen aus Silber durch Zinnober Gold gemacht habe, wird durch den dreihundert Jahre vor Plinius lebenden Theophrastos insofern widerlegt, als derselbe mittheilt, daß ein gewisser Kallias in zinnoberführendem Sande Gold vermuthet und beim Schlämmen Zinnober erhalten habe. Ebenso wenig gewichtig ist auch die weitere Erwähnung des Suidas, daß auf dem goldnen Bließ das Geheimniß der Goldmacherei niedergeschrieben gewesen sei.

Die eigentlich alchemistischen Bestrebungen, in ausgedehntem Maße, gehören also, abgesehen von den obigen Vorläufern und Andeutungen, eigentlich den Arabern zunächst an, und gewannen, streng genommen, erst mit Dschafar oder Geber im 8. Jahrhundert Bedeutung, es muß daher, hinsichtlich der weiteren historischen Entwicklung, auf Thl. I. (Zeitalter der Alchemie S. 20 u. f. f.) verwiesen werden, in welchem Geber der erste hervorragende Chemiker war, wie auch das S. 26 (Thl. I) schon angeführte Werk beweisen wird, wiewohl auch dort schon eines Michael Psellus und Anderer gedacht worden ist.

Wenn nun auch übrigens schon auf den ersten Theil zu verweisen ist, so mag doch hier erwähnt werden, daß das dem Verfasser vorliegende erwähnte Werk: „*Artis chemicae principes, Avicenna atque Geber hoc volumine continentur etc. Basileae, per Petrum Pernam 1572*“, wie ersichtlich, viel später herausgegeben wurde, als Avicenna und Geber lebten; aber es belehrt über die Idee dieser beiden Männer, liefert zunächst, nach vorausgegangenem Prologus und Index, (Incipit Tabula portae Elementorum et Tabula Dictionum oder X Dictionum), die S. 26 Thl. I. erwähnte Avicennae porta Elementorum und dann Geber's de investigatione perfectionis metallorum (s. die bereits gegebenen Titel aus Geber's Werken (s. S. 21 Thl. I u. f. f.) oder wie der Titel lautet: „Gebri Arabis Philosophi solertissimi, rerumque naturalium, (praecipue metallicarum), peritissimi, *περὶ χημείας* libellus, quem inscripsit, de Investigatione perfectionis, Incerto interprete“; mit einer Praefatio in qua explicat, cur hunc librum scripserit. — Hierauf folgt: das ebenfalls mehrfach dort citirte Opusculum Gebri de inventione veritatis. In Avicennas Abhandlung oder Opusculum ist zunächst die Rede, de farinis, de Gallina; pag. 4.: Incipit Porta elementorum collocutio inter discipulum et magistrum de elementis de centum quinquaginta quinque complexionibus et de proprietatibus quatuor elementorum.

Dort heißt es nämlich: „Modo quaere sicut quaerunt à Magistro et sic bonus discipulus, de quo est principium magisterii nostri? dicit Magistr. de sapientia elementorum, dicit Discipulus: Quot sunt elementa? Magistr. Ignis, Aër, Aqua, Terra. Disc. Cui naturae est unum quodque illorum elementorum? Magistr. Natura ignis caliditas et siccitas: natura aëris caliditas et humiditas; natura aquae frigiditas et humiditas; natura terrae, frigiditas et siccitas“.

Hieraus ergibt sich die Aristotelische Lehre über die Elemente und deren Eigenschaften (s. Thl. I. 1. Periode). Ferner ist die Rede: de rebus absconditis in elementis; de aëre; quod Aër est cibus ignis; de natura abscondita aëris; de aqua; de melle; de lacte et caseo etc.

Die darauf folgenden X Dictiones sind in Kapitel eingetheilt. Inhalt der Dictio prima: Alchemia an sit, wo Streitfragen gegen Geber und Andere verarbeitet werden; in der dictione secunda: quaestio, quid sit Alchimia; in der dictione tertia: quomodo potest fieri Alchimia; in der quarta: cur est Alchimia; in der quinta: est de nominatione lapidum et eorum natura et eorum quae ingrediuntur in magisteriis; in der sexta: in operibus corporum et animarum ante quam operetur de elixire; in der septima: in elixiriis; in der octavo: in fermento; nona: est de complectione magisterii et sponsalitii; decima: est in ponderibus et in capitulis istius libri et primi libri.

Es wird in diesen Dictionen im Wesentlichen die Alchemie, deren Verfahren nebst den Mitteln vertheidigt und besprochen, so auch über die Elixire, über den Stein der Weisen, über die Metalle resp. Mineralien, über alchemistische Operationen; so heißt z. B. dictionis primae caput I. p. 24 über ratio vera super magisterium: „primum capitulum de sex corporibus, quae se malleo elongat, et de mercurio et sulphure, et de septem proprietatibus, quae sunt caliditas, frigiditas, siccitas, humiditas, levitas, ponderositas, solutio et de sale armoniaco, solvendo: et quod septem corpora sunt de sulphure ut mercurio: et de modo quaerendi scilicet, si est, quid est, quomodo est, cur est; et de tribus mixturis.

Das 2. Kapitel beginnt p. 28: Dicit Abualy, qui sunt philosophi dicunt: quia sex sunt res, quae possunt elongari cum malleo ad fornacem, scil. aurum, argentum, stannum, cuprum, ferrum, plumbum, creantur naturaliter subtus terra etc.

Das 9. Kapitel handelt de lapide vitali et animali etc. z. B. heißt es dort p. 79: Dicam in hoc capitulo de nostro lapide, si est vitalis vere vitalis est; quia si non esset, non ita bene possemus operari: Sed dicam tibi quare vitalis est etc.

In der 7. Diction Kapitel V. wird der sogenannten rothen Tinctur gedacht: de praeparatione elixiris ad rubeum; nämlich: Nunc dicamus de elixir ad rubeum. Et haec est prima elixir: Accipe aërs combustum, et ablutum XXXVI. pondera, et accipe azoc sublimatum, et ablutum, induratum: et praeparatum XVIII. pondera etc.

Die neunte Diction handelt Cap. I. p. 457 von dem ganzen Meisterstück (tractat. de toto magisterio) und es wird dort auf folgende Weise begonnen: Accipe solem, non calcem, nec solem qui unquam fuerit in corpore istius magisterii etc. etc.

Was nun Geber's Abhandlung von den Operationen betrifft, so ist bereits

Mehres aus dem: de investigatione et de inventione veritatis in der zweiten Periode Thl. I. an der betreffenden Stelle citirt, auch ist dort Geber's Kenntnisse und Leistungen gedacht worden.

Abhandlung: de investigatione ist in (2) Bücher, Theile und Kapitel eingetheilt. Kapitel I. gibt, wie schon erwähnt, den Zweck des Buches an; in der Folge ist de rebus corpora metallica perficientibus et corrumpentibus, de lapide philosophorum etc., de praeparatione Saturni, de praeparatione Veneris, de proprietatibus Elixiris majoris die Rede. Liber primus continet: Praefatio de Modo tradendae hujus artis et de idoneis discipulis; ferner Divisio hujus libri primi in quatuor partes etc.

Indessen ohne die weitere Eintheilung dieser Operationen weiter zu bahnen, da ohnehin über Geber's Leistungen schon Thl. I. manches Urtheil gefällt worden ist, mögen einige Einzelheiten hier angeführt werden, wenn wir auch zugestehen müssen, daß manche Präparate der neueren Zeit, mehrere Kenntnisse über Arzneimittel Geber schon bekannt gewesen sind; aber eine Aufzählung des weiteren Inhalts würde jedenfalls ermüden.

Prima pars Lib. II. Cap. II. spricht Geber z. B. de natura sulphuris et arsenici: „Ergo in primis spirituum naturam, qui ipsorum corporum sunt principia afferentes, quae sunt videlicet sulphur, et ejus compar, et argentum vivum etc.

De lapide philosophorum heißt es Cap. III. p. 476: Invenimus autem modernos nobis unicum tantum scribere lapidem, ad album vel rubeum completum, quod et verum esse concedimus. Nam ex quocunque, elixir conficiatur album vel rubeum, nihil tum ibi aliud est, quam argentum vivum et sulphur, quorum unum sine altero nihil agit, nec esse potest etc.

In dem Opusculum: Gebri de inventione veritatis p. 209: „ist de sex proprietatibus rerum, ex quibus medicina elicetur“ die Rede, sowie von der Darstellung chemischer Präparate etc.; alsdann endlich wird in dem Appendix, welcher über die Desten etc. handelt, von verschiedenen chemischen Operationen, von der Sublimation, Destillation, sogar von der Reduction gesprochen, und außerdem muß noch hinzugefügt werden, daß Geber's Opusculum, wenigstens wie es herausgegeben worden, viele Abbildungen für damalige Zeit wirklich wichtige Apparate enthält.

Aus den hier gegebenen Andeutungen des jedenfalls sehr wichtigen Werkes sehen wir, wenn auch nur einige Citate gegeben werden konnten, welche die Bestrebungen jener Zeit waren, und wir haben so gleichsam einen Beleg für die Leistungen der damaligen Zeit geliefert.

Blicken wir nun noch zum Schluß dieser etwas langen, aber wohl passenden speciellen Einleitung, des Ursprungs der heutigen Wissenschaft und des Gegensatzes in den verschiedenen Bestrebungen wegen, nochmals zurück, ehe für die Jetztzeit interessante Lehren berührt werden, fassen wir noch einmal in's Auge, was die Alchemie wollte, was für Bestrebungen sie hatte, so kann der Verfasser nicht um-

hin, gleichsam als Recapitulation zu erwähnen, was auf die Bestrebungen der alchemistischen Zeit sich bezieht.

Es ist aus der historischen Entwicklung der Chemie freilich hinreichend ersichtlich, welche Bestrebungen den Alchemisten eingeimpft waren, aber doch am Orte, ehe die Entwicklung der Theorien, welche die heutige Chemie regieren, vorkommt, noch in Kürze Einiges über die Vorzeit zu sagen.

Die Alchemisten, Philosophen oder Spagiriker u., waren der Ansicht, wie aus dem reichen Studium des Avicenna und Geber's Libris sich ergibt, daß es nur eine Substanz gebe, welche mit schmelzenden und edlen Metallen in Berührung gebracht, diese augenblicklich in Gold verwandelt, und die Darstellung dieser Substanz, war Zweck und Aufgabe der Alchemie. — Die Substanz selbst nannte man den Stein der Weisen, jedoch ist nicht mit Bestimmtheit zu sagen, wann diese Bezeichnung in Gebrauch gekommen ist, obgleich von dem Lapis philosophorum etc. auch bei Geber schon die Rede war. Auch hieß die Kunst, das große Elixir, das große Magisterium oder Meisterstück (s. Avicenna), die rothe Tinctur (s. Avicenna) herzustellen, um durch dieselbe die Farbe der unedlen Metalle in die des Goldes zu verwandeln.

Diese Substanz konnte, nach der Ansicht der Alchemisten, in verschiedener Stärke bereitet werden und dazu war vermeintlich die Wirkungsart des Steins der Weisen um so wichtiger, daß mehr Gold erzeugt wurde, als die zur Verwandlung angewandte Masse des Steins beträgt.

Einige Alchemisten nehmen an, daß der Stein der Weisen, in seiner größten Vollkommenheit dargestellt, jedes unedle Metall in jedem Mengenverhältniß in Gold verwandle, und in diesem Zustande wurde der Stein der Weisen das Universal genannt; in dem anderen Falle hieß er Particular.

Die Darstellung des Steins der Weisen wurde von Seiten der Alchemisten als im höchsten Grade schwierig betrachtet, wie schon aus dem allgemeinen Theile sich ergibt. Um ihn darzustellen, mußte man zuerst die richtige Materie haben, deren weitere Bearbeitung ihn hervorbringt; diese hieß Materie prima cruda oder remota, auch terra virginia, terra Adamica. Aus ihr sollte man den Stein der Weisen gewinnen, eine Substanz, in welcher die Alchemisten das mineralische und schweflige Princip (oft weiblicher oder männlicher Same genannt) in größter Reinheit enthalten glaubten. — Der Mercurius philosophorum hieß auch außerdem noch die Materia prima matura oder proxima; Chaos; Azoth; succus lunariae; Jungfernmilch; nutrix; leo viridis (der grüne Löwe) ist einer der häufigsten Bezeichnungen.

Der Mercur der Philosophen war jedoch von dem gewöhnlichen Quecksilber ganz verschieden; enthielt aber die Bedingungen, durch welche Metalle überhaupt entstehen, nämlich das mineralische und das schweflige Princip in größter Stärke; zu ihm setzte man einen Stoff, welcher der in ihm enthaltenen Kraft in einer bestimmten Weise sich äußern läßt; man setzte zu ihm philosophisches Gold, welches gleichfalls von dem gemeinen Gold verschieden ist.

Raymund Lull gibt wie hier z. B. angeführt werden mag, in seinem Testament eine Vorschrift für die Darstellung des Steins der Weisen unter der Ueberschrift de praeparatione lapidis, welche folgendermaßen lautet: „Praeparatio lapidis est, quod recipias de succo lunariae, et sudorem ejus extrahe cum igne parvo et leni, et habebis in tuo posse unum de argentiis vivis nostris in liquore et forma aquae albae, quae est ablutio et purgatio lapidis nostri et totius ejus naturae. Et istud est unum de principalioribus secretis, et est prima porta. In isto liquore rectificatur magnus Draco, et projicitur a magno deserto Arabiae, quia immediate suffocaretur prae siti et periret in mari mortuo. Verte igitur ipsum et mitte in regnum Aethiopiae, unde naturaliter nativus est quia dicimus quod nisi vertatur, et ponatur in terra sua, recedet et aliam intrahit regionem. Quare de certo scias quod omne aliud clima vel alia regio nostro lapidi mortem affert, velato non scientibus ac ignorantibus, et per nos cognito. — Höchst fabelhaft und merkwürdig klingen solche Vorschriften welche so lauten, daß der Same des Mannes, und unter gewissen Umständen, eine geflügelte Jungfrau den Stein der Weisen erzeugen sollen. Ueberhaupt ist in dieser Beziehung in der That Fabelhaftes geschrieben, aber die eigentliche Bereitung dieses Hirngespinnst, nirgends gelehrt worden, und in ähnlicher Weise verhält es sich mit der Goldfabrikation, wie schon die *γοινὰ καὶ μυοτὶνὰ* des Democrit lehren, und das ganze Geheimniß dahin aussprachen, daß die Natur sich der Natur erfreut, die Natur die Natur besiegt, und die Natur die Natur beherrscht u. s. w.

In ähnlicher Weise war auch, wie aus Thl. I. sich hinreichend ergibt, die Metallverwandlung in die Luft oder auf Sand gebaut, fand jedoch wenigstens in der Annahme, daß die Metalle zusammengesetzt seien, eine mögliche haltbare Stütze, und zwar wurden die Alchemisten dadurch bestärkt, daß sie der Ansicht huldigten, edle Metalle seien von Gold nur durch einen zu großen Gehalt an Schwefel oder Quecksilber verschieden (S. Thl. I. und die Geschichte der Metalle). Auf der anderen Seite schien die Metallveredlung auf eine Farbenveränderung, durch Herstellung von Legirungen, hinauszugehen. — Ein Ideal der Alchemisten war endlich die mehrfach erwähnte *Alkahest*, ein Universal-Lösungsmittel, welches alle Körper löst.

Gehen wir übrigens nun zu der Geschichte der erwähnten Lehren über, deren Entwicklung für die Gegenwart jedenfalls ein großes Interesse hat.

I. Abschnitt.

Geschichte der wichtigsten Lehren und Theorien.

I. Entwicklungs-Periode der Affinitäts- oder Verwandtschafts-Lehre und elektrochemischen Theorie.

A. Die Affinitäts- oder Verwandtschafts-Lehre.

Sowie eine jede Wirkung selbstverständlich eine Ursache haben muß, so muß nun jeder Erscheinung auch eine Kraft zu Grunde liegen, oder es muß wenigstens angenommen werden, daß eine jede Erscheinung durch eine Kraft bewirkt oder veranlaßt wird.

Nehmen wir doch im Weltall die den Lauf der Planeten bewirkende Gravitations-Kraft an, welche die gegenseitige Anziehung verursacht; nehmen wir doch ferner an, daß die magnetische Kraft weiter nichts sei, als eine Anziehungskraft; und äußert sich denn die Elektricität auf eine andere Weise, als durch Anziehung? Ist die sogenannte Cohäsions- oder Zusammenhangskraft etwas Anderes, als eine Anziehungskraft, Attractiv- oder Attractionskraft? Ebenso muß auch den chemischen Erscheinungen, der Entstehung der chemischen Verbindungen, eine Anziehungskraft zu Grunde liegen, welche die Moleküle der ungleichartigen Körper anzieht. Eine solche Anziehungskraft, mit dem Namen „Verwandtschaft“ bezeichnet, wurde jedoch erst dann als wirkliche selbständige Kraft angenommen, als die Chemie eine wissenschaftliche Behandlung erlitt, und gar sehr langsam hat die Erkenntniß sich entwickelt, wenn auch schon frühzeitig Andeutungen davon gemacht wurden.

Schon Hippocrates, welcher im fünften Jahrhundert vor Christi Geburt lebte, sprach die Ansicht aus, daß, wenn zwei Körper sich vereinigen, ein gemeinsames Princip in ihnen enthalten sein müsse; nach ihm muß Gleiches mit Gleichem sich vereinigen, und von dieser Annahme, daß Körper, die im Stande sind, sich mit einander zu vereinigen, auch einen gemeinsamen Bestandtheil enthalten müssen, rührt die Bezeichnung „Verwandtschaft“ her. Körper, welche die Fähigkeit besitzen, miteinander eine Verbindung einzugehen, wurden „verwandte“ genannt.

Die Bezeichnung „Verwandtschaft“ oder Affinität, wie sie heute in der Wissenschaft gebraucht wird, hat indessen keineswegs die Bedeutung, welche in der gewöhnlichen Sprache jenem Worte unterlegt wird, in welcher man mit diesem Ausdruck eine Ähnlichkeit, eine Uebereinstimmung gewisser Körper bezeichnet. Schlösse das Wort „Verwandtschaft“ in der Chemie denselben Begriff ein, so würden z. B. die Körper Chlor, Brom und Jod unter sich große Verwandtschaft haben müssen; man weiß jedoch, daß diesen Körpern sehr geringe Verwandtschaft zu einander innewohnt, vielmehr solchen Körpern große Verwandtschaft zu einander eigen ist, welche in ihren Eigenschaften einen gewissen Gegensatz behaupten.

Demnach ist das Wort „Verwandtschaft“ in einem ganz anderen Sinne zu nehmen, als in dem gewöhnlichen Leben; es hat vielmehr eine zweifache Bedeutung. — Wenn nun auch historische Berichte dafür sprechen, daß Albertus Magnus (1193—1280) in seinem ersten 1518 gedruckten Werke: *de rebus metallicis*, wo er von der Neigung des Schwefels mit den übrigen Metallen, „außer mit dem Golde, sich zu vereinigen, spricht, schon den Ausdruck“ *affinitas* gebrauchte, indem er sagte *Sulphur propter affinitatem naturae metalla adurit*; daß Glauber in seinen *Thl. I.* angeführten *Opus „novi furni philosophici“* der Affinität der Kieselsäure zum Kali gedenkt oder vielmehr gesagt, daß Sand und *sal tartari* sich sehr lieben; auch Sylvius de le Boë 1659 in folgender Weise sich ausdrückt: *quoties aliud metallum praedicto acido magis affine additur solutione.*

Boyle in seinem *Chemista scepticus*, bei der Wirkung der Salzsäure auf ein flüchtiges Laugensalz sagt: *quae duo sibi invicem valde sunt affinia* (. auch *S. 75. u. f. w. Thl. I.* Boyle's Ansichten über die Affinität), und ob schon lange vor siebzehnhundert der Ausdruck: „*Affinitas chemista*“ gebraucht wurde, so ist doch der Ausdruck: „chemische Verwandtschaft“ oder Affinität durch Barhusen's (Barckhausen's) Werk: *Pyrotophia* u. zuerst in die Wissenschaft eingeführt worden.

Barhusen*) spricht in seinem 1698 zu Leyden erschienenen Werke: „*Pyrotophia succincta, Jatrochymiam, rem metallicam et chysopoeiam breviter pervestigans*“ von der Schwierigkeit gewisser Stoffe, durch die Chemie vollständig von einander abzuscheiden und äußert: *Corpora arctam enim atque reciprocam inter se habent affinitatem Impossibile arbitror, invenendum elementum quodpiam simplicissimum, quod non peregrinis heterogenisve gaudeat particulis.*

Durch diesen Satz soll dem Ausdruck „Verwandtschaft“ zuerst Eingang in die Chemie verschafft worden sein.

Barhusen erkannte damals, wie viele Andere, vier Grundstoffe: das

*) J. E. Barhusen, (Barckhausen) med. Dr. und Professor der Chemie an der Universität zu Utrecht (geboren den 16. März 1666 zu Horn im Lippe'schen, gestorben den 2. October 1723 zu Leyden), schrieb außer der *Pyrotophie* 1690 eine *Synopsis pharmaceutica*; 1712 ein *Compendium ratiocinii chemici*; 1718 *Elementa chemiae* etc.

Salz, das Del, das Wasser und die Erde an, so daß sicherlich ein großer Abstand zwischen der chemischen Verwandtschaft in dem Sinne, welchen wir gegenwärtig damit verbinden und dem von Barhusen gebrauchten Ausdruck liegt, womit derselbe ohne Zweifel sagen wollte, daß die Schwierigkeit bei der Abscheidung der Grundstoffe von einer Aehnlichkeit der vermischten Körper herrühre, in Folge deren sie ein gleiches Verhalten zeigten.

Es ist also das Wort: „Verwandtschaft“ hier noch in dem gewöhnlichen Sinne gebraucht, um ein Verhältniß wie dasjenige, welches zwischen Chlor und Brom besteht, zu bezeichnen.

Um zu ermitteln, wann das Wort „Verwandtschaft“ in dem entsprechenden Sinne in die Wissenschaft eingeführt worden ist, müssen wir bis Boerhave zurückgehen. In dem von ihm 1732 herausgegebenen, im allgemeinen Theile bereits mehrfach erwähnten Werke. *Elementa Chemiae* (s. Thl. I. unter „Boerhave“ — 3. Hauptperiode und Thl. II. Einleitung), wird das Wort *affinitas* wiederholt gebraucht. Er legt hier namentlich Lösungsmitteln Affinität, in Beziehung auf die aufzulösenden Stoffe, bei; aber auch das Zusammentreten gleichartiger Körpertheilchen betrachtet er noch, als auf Affinität beruhend. So sagt er 3. B. in dem genannten Werke im zweiten Theilen desselben (*pars altera de artis Theoria*) da wo er über die Lösungsmittel (*de menstruis*) redet:

„Causa certa requiritur, quae efficit, ut particulae dissolventis a se mutuo recedentes potius petant illas materiae dissolvendae particulas, quam ut in antiqua statione maneant. An non similis ratio exigitur cum particulae solvendi, jam divulsae per virtutem solventis, sicque jam separatae, potius maneant nunc unitae illis menstrui partibus, per quas solutio facta fuit, quam ut iterum post solutionem peractam, particulae solventes, et solutae, denuo se affinitatae suae naturae colligant in corpora homogenea.“

Jedoch scheint Boerhave nicht ganz genau zu meinen, was wir heute unter „affinitas“ oder Verwandtschaft verstehen, er nennt nämlich Auflösungsmittel meistens solche Stoffe, welche die aufzulösenden Körper chemisch verändern, so 3. B. sind ihm Säuren in Beziehung zu den Metallen, Lösungsmittel, menstrua, und den Säuren legt er Verwandtschaft zu den Metallen bei.

Diese Körper sind aber offenbar unter einander verschieden; sie haben nichts Gemeinsames und Boerhave sucht auch geradezu durchzuführen, „Verwandtschaft sei auch das Bestreben unähnlicher Körper, sich zu verbinden, wogegen bis dahin das Bestreben ähnlicher Körper zur Vereinigung, als Verwandtschaft bezeichnet wurde.“ — Der unbestimmte Begriff des Wortes „Verwandtschaft“ jener Zeit hatte seinen Grund in der verschiedenen Vorstellung von den Lösungsmitteln. —

Boerhave gibt in seinen „*Elementa chemiae pars II. de menstruis etc.*“ p. 256 folgende Definition eines Auflösungsmittels (*definitio menstrui*): Er sagt dort, daß man mit dem unpassenden Ausdruck: *menstruum* einen Körper bezeichne welcher nach den Regeln der Kunst, auf einen anderen angewandt, denselben in der

Weise in kleine Theile zertheilt, daß die Partikeln des auflösenden Körpers den zertheilten des gelösten genau oder im Innern untermischt, d. h. diese von jenen innig durchdrungen werden, und führt darauf an; Hanc ego definitionem inprimis amplector, ut modum, quo agunt Menstrua accurate distinguere a caeteris solutionibus corporum, quae mechanica inprimis ratione fiunt, ibi nimirum solvens secedit a soluto, neque vicissim ab eo solvitur, sed post solutionem peractam deinde pro diversitate ponderum, recedunt a se mutuo.

Als Ursache für die Bezeichnung Menstruum (oder als Grund für den Namen, ratio nominis), mit welcher man den lösenden Körper belegt hat, gibt er folgende an, nämlich: „Quoniam applicatio Menstrui ad suum solvendum inprimis excitabatur ope ignis moderati, qui quum spatio mensis philosophici, vel quadraginta dierum, sustinebatur assiduo, hinc solvinus hoc deinde solvens Menstruum, tandemque solo Menstrui nomine, dixere.

Ueber die Eigenschaft des Lösungsmittels (proprietas menstrui seu de proprietate menstrui) sagt Boerhave ferner ebendasselbst: „De natura igitur Menstrui erit, ut illud ipsum aequè solvatur, dum solvit solvendum, quam ipsum solutum in partes suas dividitur ab ipso solvendo. Enim vero proprietas haec attinet in omni omnino solutione, quae ope menstrui peragitur, perfecta autem solutione fieri potest, ut solvens, et solutum a se mutuo separentur etc.“

Boerhave führte seine Versuche speciell, mit großer Sorgfalt und Geschicklichkeit aus; ihm genügten nicht die von der Einbildung allein bestimmten Principien, welche niemals Gegenstände sämtlicher Wahrnehmung gewesen waren; sondern wirkliche Körper waren es, welche er prüfte und beobachtete. Boerhave sagt in dem Kapitel von den Lösungsmitteln pars II. „Gießen wir in ein Glas ein wenig Salpetergeist (Salpetersäure), so befindet er sich in Ruhe; lassen wir jetzt aber ein Stückchen Eisen hineinfallen, so sind wir alsbald Zeugen merkwürdiger Erscheinungen. Ein lebhaftes Aufwallen bewegt die Flüssigkeit, und eine eigenthümliche Luft entwickelt sich. Diese Bewegung ist von Geräusch, stechenden Dämpfen, auch von vieler Wärme begleitet, und dieses Alles dauert so lange bis das Eisen vollkommen verschwunden ist, der Salpetergeist sich gänzlich mit den letzten Metalltheilen vereinigt hat; sobald diese Vereinigung erfolgt ist, hört augenblicklich Alles auf und die frühere Ruhe tritt wieder ein.

Bei den angeführten Erscheinungen ist zweierlei zu unterscheiden. Das Eisen hat zunächst seinen Zusammenhang verloren, hierauf hat es sich aufgelöst; es gibt also eine Kraft, die es in Auflösung erhält, nachdem die Theilchen getrennt sind; es ist folglich eine Verbindung eingegangen.“

Boerhave, welcher auf diese Umstände ein ganz besonderes Gewicht legte, suchte seine Ansicht durch verschiedene Bilder deutlich zu machen. So sagte er z. B. „Wenn das Eisen in das Lösungsmittel eingeht und darin bleibt, so kommt dies daher, weil zwischen beiden etwas vorgeht, welches eher Liebe als Haß ist, nämlich: „Magis ex amore, quam odio.“

Der Verfasser kann nicht umhin, die bei schon Thl. I. S. 109, außer den mehrfach citirten und hier zuvor wieder für einige besonders wichtige Quellen in Rede stehenden Boerhave's Elementa chemiae einzuschalten. Dieses Werk, in welchem sich Boerhave mehrfach an seine Zuhörer wendet, enthält zum Theil seine zu Lesenden gehaltenen Vorträge und zerfällt nach einer vorausgeschickten Historia artis (pars prima collegii chemici de historia artis) in eine Theoria artis (pars altera collegii chemici, quae theoriae Lineas ducit) nämlich Tomus primus, qui continet Historiam et Artis Theoriam, und in einen Tomus secundus, qui continet Operationes chemicas — Operationes artis. — Voraus geht ein Propositum, das den Zweck des Gegenstandes mit behandelt. — Die Historia artis enthält die Geschichte der Chemie und namentlich die Ableitung des Wortes Chemie (s. darüber Thl. I. S. 109).

In dem theoretischen Theil (pars II de theoria artis) beleuchtet er zunächst die Substanzen, welche der chemischen Untersuchung unterliegen, und theilt dieselben in mineralische, vegetabilische, animalische, und redet in folgender Ordnung über das Material der Wissenschaft: über die Metalle (de metallis), die Salze (de salibus), den Schwefel (de sulphure), die Steine (de lapibus), die Halbmetalle (de semimetallis); sodann über die Pflanzen (de vegetantibus), über die Thiere (de animalibus); dann über den Nutzen der Chemie in der Medicin und in den Künsten ꝛ. (de proposito artis in physicis; usus Chemiae in Medendo; utilitas ejus in artibus Mechanicis); über die Geräthschaften der Chemie (de instrumentis chemicorum); sodann über das Feuer (de igne), die damit verbundenen Erscheinungen und dadurch hervorgerufenen Wirkungen, wie Wärme, Licht, Farbe, Ausdehnung, Verbindungen der Materie (Verbrennung und Schmelzung ꝛ.), nämlich: de alimento ignis; de Pabulo ignis in Animalis; de Pabulo ignis in Fossilibus; de calore generando ex Miscela corporum Animalium et Vegetantium; de calore generando miscela Fossilium; de igne generato vero in corpore frigido ex solo accessu aëris; de igne producto ex frigidis fossilibus ope aquae; de igne producto miscela liquorum frigidorum.

In diesen Abschnitten bespricht er die verschiedenen Erscheinungen und erläutert sie durch passende Versuche; besonders hervorzuheben ist aber das sehr gute Raisonnement über die Ausdehnung, wobei des Thermometers und dessen Wichtigkeit für die Chemie in geeigneter Weise gedacht wird. Er verbreitet sich über die Entstehung der Wärme durch Reibung, Stoß und die Sonnenstrahlen, spricht von der Verbrennlichkeit, nämlich eigentlich von dem Nahrungsstoff des Feuers (de alimento dicto ignis); sagt, daß die Erzeugung von Wärme durch Mischung von Flüssigkeiten hervorgebracht werde, daß durch Auflösung der Salze in Wasser Kälte entstehe, redet von Körpern, die durch Berührung mit der Luft Wärme erzeugen, von der zersetzenden und verbindenden Kraft des Feuers. Hier auf folgt die Lehre von der Luft (de aëre); über die Eigenschaften, Beimengung, Entstehung derselben; sodann ist dem Wasser eine Abhandlung gewidmet, und

erwähnt zunächst in derselben (*de aqua*), dessen physikalische Eigenschaften, auflösende Kraft, dessen Vorhandensein in verschiedenen Körpern u. Auf das Kapitel: *de aqua*, folgt zunächst ein anderes: *de terra*, welches in ähnlicher Weise dieses Thema behandelt.

Am wichtigsten unter allen diesen Abhandlungen ist aber die Theorie über die Auflösungsmittel (*Menstruum*), welche nach ihm die Lehre von der Verwandtschaft umfaßt, und deshalb sind Boerhave's *elementa chemiae*, wie es verzeihlich sein dürfte, gerade hier zur Besprechung gelangt. Es folgen nämlich auf das Kapitel *de terra* die nachstehenden: *De Menstruis dictis in Chemia*; *de oleis et de Menstruis oleosis*; *de Menstruis proprie Spirituosis vel Alcoholicis*; *de Menstruis dictis Spirituosis, Alcalinis at Acidis*; *de Menstruis Salinis simplicioribus*; *de Alkali fixo, ut Menstruo*; *Acida Menstrua*; *de salibus neutris Menstruis*; *de Menstruo universali sive Alcahest*.

Boerhave äußert sich in diesem Kapitel z. B. in der Weise, daß, wie aus dem obigen Citate sich ergibt, daß ein *Menstruum* ein jeder solcher Körper sei, welcher auf den andern Körper chemische Verwandtschaft ausüben, ihn in chemische Verbindung bringen könne, so daß es demnach sowohl feste als auch flüssige *Menstrua* gibt. Er bespricht ferner die Art ihrer gemeinsamen Wirkung auf einander, welche durch Wärme angeregt wird, daß in der chemischen Verbindung die Bestandtheile ungeändert bleiben u. s. w.; unterscheidet ferner die mechanische Zertheilung eines Körpers von der chemischen, welche er beim Eingehen in eine Verbindung erleidet, erklärt die Verwandtschafts-Erscheinungen, bespricht die Verwandtschaft der einzelnen Substanzen zu anderen Körpern, theilt die wichtigsten Eigenschaften und ihre Verbindungs-Verhältnisse zu anderen u. mit. Zum Schluß der *Theoriae artis* folgt dann endlich eine Abhandlung über chemische Geräthschaften und Gefäße (*de surpellectile chemica et vasis chemicis — de luto — de Furnis*).

Der zweite Band der *Elementa* (*Tomus secundus*), bespricht die chemischen Operationen in Beziehung auf Pflanzen-, Thier- und Mineral-Welt, d. h. eine große Anzahl chemischer (auch pharmaceutischer) Prozesse, welche als damals bekannt mit den drei Reichen der Natur zusammenhängen, desgleichen auch die Eigenschaften und die Anwendung der betreffenden Präparate; nämlich: *prima pars: Operationum chemicarum in Vegetantia*; *secunda pars: Operationum chemicarum in Animalia* und *pars tertia: Operationum chemicarum in Fossilia*.

Es ergibt sich hieraus, daß man zur Zeit die theoretische Chemie von den Operationen schon zu trennen verstand, und es wird dem Leser, abgesehen von der für die Verwandtschaftslehre wichtigen, angemessenen Einschaltung, die Besprechung des vorstehenden Werks, gewiß nicht uninteressant sein, einen Ueberblick über den Inhalt dieses zum Theil sehr vortrefflichen, für die Zeit seines Erscheinens höchst wichtigen Opus, hier mitgetheilt vor sich zu sehen; um so weniger, da dasselbe im Laufe dieses Compendiums öfters citirt wird. — Nun

jedoch muß der Verfasser wieder zur Entwicklung der Verwandtschaftslehre zurückkehren und dahin die Blicke zu lenken sich gestatten.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, daß, wie es in der That der Fall, nach Boerhave die Verwandtschaft nicht mehr in einer Aehnlichkeit, sondern vielmehr in einer Neigung der Körper, sich mit einander zu verbinden, besteht. Nach ihm wirkt ein Menstruum einmal, indem es feste Körper zertheilt, sodann aber, wenn ihre Theile getrennt sind, indem es sie in Auflösung erhält. — Boerhave erblickte darin eine eigenthümliche Verwandtschaft, als Ursache für die Entstehung eines homogenen Körpers.

Fast zur Zeit der Glanzperiode Boerhave's erschienen Verwandtschaftstafeln von Geoffroy dem Aelteren, welche jedoch die Quelle außerordentlich vieler Irrthümer waren; dennoch waren diese Versuche, die ersten solcher Tafeln, welche 1718 erschienen, im Allgemeinen für die damalige Zeit gut ausgeführt, wovon nachstehende Reihen als Beispiel den Beweis liefern mögen:

Säuren.	Vitriolsäure.	Min. Schwefel.
Fixe Alkalien	Schwefelelement	Fixe Alkalien
Flüchtiges Alkali	Fixe Alkalien	Eisen
Erden	Flüchtiges Alkali	Kupfer
Metallische Substanzen	Erde	Blei
	Eisen	Silber
	Kupfer	Antimon
	Silber	Quecksilber
		Gold

Die erste dieser (als Beispiel der sechszehn Reihen von Geoffroy's Tafeln) angeführten Reihen gibt die Verwandtschafts-Ordnung für die Säuren. Es ist darin gesagt worden, daß wenn man eine Säure auf ein Metall wirken läßt, so daß sich ein Salz bildet, der Zusatz einer Erde, was ganz besonders von der Talkerde gilt, eine Zersetzung des Salzes und Fällung des Metalloxydes zur Folge hat; daß ferner, wenn man zu der Auflösung eines Erd-Salzes Ammoniak mischt, die Erde niedergeschlagen wird, und das flüchtige Alkali an ihre Stelle tritt, und daß endlich Kali oder Natron, wenn sie mit einem Ammoniaksalze in Berührung kommen, die Basis desselben ausscheiden und ihre Stelle einnehmen, wie es in der That die Erfahrung beweist.

In der Reihe, welche sich auf die Schwefelsäure (Vitriolsäure) bezieht, findet man das Eisen vor dem Kupfer, und dieses vor dem Silber, was der Fall sein muß, da das Kupfer das Silber aus den Auflösungen seiner Salze abscheidet, während es selbst diese Wirkung vom Eisen erfährt. Uebrigens stehen die Metalle mit den Basen in demselben Range; denn man wußte damals in der That nicht, in welcher Gestalt sie sich mit den Säuren verbinden. Sobald es einfache Substanzen z. B. den Schwefel betrifft, sieht man auch hier Geoffroy durch Erfahrungen geleitet, denen man wenig entgegensetzen kann. Diese Verwandtschaftstafel

drückte allerdings begründete Thatsachen aus, wiewohl sie zu großen Irrthümern führen konnte. Denn der Begriff von Kräften wurde zu jener Zeit von der Chemie mit Entschiedenheit zurückgewiesen; man wollte von ihnen sogar nicht sprechen hören; auch wurde der Bericht über Geoffroy's Arbeit mit der größten Zurückhaltung abgefaßt.

Es wird von dem Geschichtschreiber der Akademie bemerkt, daß es sehr schwer sei, den chemischen Prozeß, z. B. die Metallfällungen zu erklären. Er sagt z. B. „Warum wird das Kupfer durch das Eisen von der Schwefelsäure getrennt?“ Es ist eine Sache größerer Convenienz, sagte er; und die Sympathie, die Anziehung würde hier sehr gut ihren Platz finden, wenn sie überhaupt nur etwas wären.

Geoffroy gab ein Werk heraus, in welchem er von versteckten Anziehungen sprach; aber diese versteckten Anziehungen erschreckten die Zeitgenossen Geoffroy's außerordentlich. — Es ist allerdings wahr, daß lineare Reihen als sehr instructiv bezeichnet werden müssen; aber Geoffroy bildete sich ein, daß die Verhältnisse, welche seine Tafeln ausdrückten, und für diejenigen Umstände richtig waren, unter denen er gearbeitet hatte, es auch für alle sein mußten, mithin absolute Thatsachen vorstellten. Er glaubte daher das Recht zu haben, bei jeder Gelegenheit die gegenseitige Wirkung der in seinen Tafeln enthaltenen Körper vorherzusagen zu können, was unmöglich ist, weil diese Wirkung nach den physischen Umständen wechselt, welche er nicht in Betracht gezogen hatte. Auf eine solche Weise vereinigte er die auf trockenem Wege beobachteten Thatsachen mit denjenigen, welche unter dem Einfluß des Wassers erfolgen, wiewohl die Resultate die entgegengesetzten sein können.

So z. B. setzte er, seiner Tafel nach voraus, daß kohlensaures Ammoniak und schwefelsaure Kalkerde sich gegenseitig zersetzen müssen. Dies ist allerdings ganz richtig, sobald man beide Salze in Auflösung nimmt, um ihre gegenseitige Wirkung zu erforschen; wenden wir sie aber in fester Form an, bringen wir sie in eine Retorte, und untersuchen, ob die Wärme bei ihnen eine Reaction hervorruft, so wird diese nicht erfolgen; das kohlen saure Ammoniak wird sich verflüchtigen, und die schwefelsaure Kalkerde bleibt zurück.

Selbst wenn man schwefelsaures Ammoniak und kohlen saure Kalkerde, welche gebildet werden, wenn man die Auflösungen von schwefelsaurer Kalkerde und kohlen saurem Ammoniak mit einander vermischt, erhitzt, wird eine gegenseitige Reaction erfolgen, und die beiden ursprünglichen Salze werden sich wieder erzeugen.

Die Annahme Geoffroy's war mithin viel zu groß, und die Anwendung, welche er von seinen Tafeln machen wollte, zu ungenau. Man bemerkte die Unrichtigkeit des Princips nicht, welches ihnen zur Grundlage diente; man hielt sich lediglich und allein an ihre Schluß-Folgerungen, welche nothwendiger Weise lebhaften Anklang finden mußten.

Es erschienen nun nach Geoffroy Tafeln von Anderen; so z. B. im

Jahre 1730 eine solche Tafel von Grosse, 1750 eine von Gellert, 1756 eine von Rüdiger, bis endlich Limburg die Frage von einem wesentlich praktischen Gesichtspunkte aus behandelte.

Indessen später versielen die damals noch lebenden Männer sehr bald in einen noch größeren Fehler, indem sie sich in der Unterscheidung einer Menge Arten von Verwandtschaften täuschten, welche nichts Anderes als Cohäsion waren, und eine Mischungsverwandtschaft, die Affinität im engeren Sinne des Wortes ausmachend, anerkannten. Würden dagegen beide Kräfte mit einander verglichen worden sein, so hätte man vielleicht das Rechte gewählt.

Ferner aber nahm man Auflösungs-, Zersetzungs- und Fällungs-Verwandtschaften, sowie einfache, doppelte, zusammengesetzte, rückwirkende, intermediäre und prädisponirende Verwandtschaften an; kurz es war dieses ein unendliches Labyrinth, wenn auch wirklich einige Gründe zur Aufstellung dieser Unterabtheilungen vorhanden, die aus der Verlegenheit entsprungen, in welcher sich die Chemiker bei Erklärung chemischer Prozesse bisweilen sich befanden. — Alle Wirkungen auf eine einzige Kraft zurückzuführen, schien ihnen nicht bei allen Thatsachen möglich. Versuchten sie, die Facta wirklich als Ausgangspunkt zu wählen, so sahen sie sich gezwungen, die Kräfte auf eine beklagenswerthe Art zu vervielfachen, oder Modificationen ohne Zahl an der angenommenen Kraft anzuerkennen.

Auch der berühmte Physiker Newton nahm, wie schon S. 149 Thl. I. angedeutet, in der Chemie anziehende Kräfte an. Er sagte von den Säuren, daß sie Körper seien, welche in hohem Grade anzögen und angezogen würden. Ferner findet man in seinen Schriften auch die Stelle: „Bei jeder Auflösung haben die Theilchen der aufgelösten Körper mehr Anziehung zu denen des Auflösungsmittels, als unter sich.“ Wir sehen hieraus, daß auch bei Newton die chemischen Erscheinungen auf Kräften beruhen; jedoch erwähnt er von ihrer Natur nicht das Geringste, und setzt sogar die Gravitation, welche im Weltall zwischen den Himmelskörpern wirksam ist und ihrer Bewegung zum Grunde liegt, andere anziehende und abstoßende Kräfte gegenüber, denen er die Bewegungen der einzelnen Körpertheilchen zuschreibt. Newton hatte sich demnach damit begnügt, die Anziehung (Attraction), in der Chemie im Allgemeinen anzuerkennen; Boerhave sprach seinerseits das Wort: „Verwandtschaft“ aus.

Bergman, welcher die allgemeine Anziehung Newtons bei dem chemischen Prozeß zu Grund legte, schrieb nicht allein der Form der Partikeln, sondern auch ihrer Stellung einen wesentlichen Einfluß auf die Bildung der Producte zu, wozu Macquer noch den ihres Volumens, ihrer Dichtigkeit und ihrer Theilbarkeit hinzufügte.

Bergman's Ansicht zufolge sind, wie Thl. I. S. 149 schon angeführt worden ist, die Verwandtschaften beständig. Es gibt zwar wohl, sagte er, einige Unregelmäßigkeiten, aber diese außergewöhnlichen Fälle sind den Kometen vergleichbar, deren Bahn man aus Mangel an Beobachtungen noch nicht hat berechnen können. Er geht sogar so weit, auszusprechen, daß man, fast ohne Ausnahme

alle Wirkungen durch die Affinität vorherzusagen könne, woraus sich seine Verwandtschaftstafeln ergeben, welche in einer durchdachten Arbeit unbegreiflich erscheinen.

Betrachtet man z. B. die Verwandtschafts-Ordnung der Basen für die Schwefelsäure, so findet man die Baryterde an der Spitze, und das Silberoxyd als die letzte. Hinsichtlich der Classification der Basen für ihre Verwandtschaft zur Salzsäure, steht auch die Baryterde obenan und das Silberoxyd zuletzt. Demnach würde anzunehmen sein, daß Baryt und Silberoxyd auf nassem Wege zur Schwefelsäure sich wie zur Salzsäure verhalten; aber dieser Irrthum, welcher den Glauben veranlaßte, daß die Wirkung dieser Basis auf die Säuren der jeder anderen übertreffe, hat sich lange erhalten und böse Folgen gehabt, welche den ganzen Mißbrauch, den man von dieser Art Arbeiten gemacht hatte, ins klarste Licht setzten.

Bergman hatte offenbar sowohl im Allgemeinen, als auch in Einzelheiten Irrthümer begangen. Berthollet dagegen gebührt der Ruhm, daß er die Wissenschaft davon befreite. Bergman hatte, wie erwähnt, angenommen, daß die Verwandtschaften constant (siehe hierüber auch Thl. I unter „Bergman“, sowie unter „Berthollet“ S. 149 u. f. f., auch des letztern „Essai de Statique chimique“), und daß, wenn es einige Ausnahmen gebe, diese sehr selten seien, so wie, daß die Kenntniß dieser Verwandtschaften alle Reactionen vorauszusetzen gestatte.

Durch eine jener Umwälzungen, wie sie in der Chemie selten zu Stande gekommen sind, zeigte Berthollet gerade das Gegentheil, indem er durch positive Versuche darthat, daß die der bloßen Verwandtschaft zugeschriebenen Erscheinungen in's Gebiet der Erfahrung gehören und sich nicht vorhersehen lassen, während ganz entgegengesetzt diejenigen, wobei die Verwandtschaft modificirt ist, leicht im Voraus zu bestimmen sind. Ferner zeigte er, daß jene viel seltener seien und diese sich in jedem Augenblick darstellen.

Nach Berthollet können, wie es in seiner ausgezeichneten Statique chimique heißt, die Körper nur dann auf einander wirken, sobald ihre Theilchen in unmerklicher Entfernung von einander sich befinden, aber sobald dieses der Fall ist, wirken sie stets auf einander. Wird z. B. zu einer Auflösung von schwefelsaurem Kali Salpetersäure gesetzt, oder zu einer Auflösung von salpetersaurem Kali, Schwefelsäure gegossen, so gibt sich in beiden Fällen keine wahrnehmbare Erscheinung zu erkennen, und man könnte glauben, daß beide Flüssigkeiten sich vermischen, ohne auf einander einen chemischen Einfluß auszuüben.

Nach Berthollet aber enthält jedes der beiden Gemische vier Körper, welche in Auflösung bleiben, nämlich: Salpetersäure, Schwefelsäure, salpetersaures und schwefelsaures Kali; d. h. beide Säuren wirken zu gleicher Zeit auf die Basis und theilen sich darein, nach Verhältniß ihrer Mengen, oder vielmehr, wenn nach Berthollets Vorstellung eine Modification angebracht wird, sie theilen sich in der Basis nach Verhältniß ihrer Atome.

Beide Salze und beide Säuren bleiben zusammen, so lange kein Umstand hinzukommt, der das Gleichgewicht zu stören vermag. Wird aber an-

genommen, daß irgend eine Ursache den einen dieser vier Körper entfernt, so wird das Gleichgewicht gestört, auch hierauf eine neue Reaction wieder hergestellt werden, und die Zersetzung wird nach und nach fortschreiten. Wird z. B. das Ganze zerlegt, so wird der am meisten flüchtige unter den vereinigten Körpern zuerst entweichen, und das wird die Salpetersäure sein. Nachdem nun diese Säure entfernt ist, findet sich der Einfluß der Schwefelsäure nicht mehr unterstützt; sie veranlaßt die Bildung einer neuen Quantität schwefelsauren Kali's und freier Salpetersäure. Verflüchtigt sich diese von Neuem, so fährt die Schwefelsäure in gleicher Weise zu wirken fort, und wenn sämtliche Salpetersäure nach und nach entfernt ist, so bleibt nichts mehr als schwefelsaures Kali und ein Ueberschuß von Schwefelsäure, falls ein solcher genommen worden war, zurück.

Wird Kali mit einer Auflösung von schwefelsaurem Ammoniak in Berührung gebracht, so finden ähnliche Erscheinungen Statt; zunächst die Bildung von freiem Ammoniak und schwefelsaurem Kali, welche mit dem Rest des Kalis und dem nicht zerlegten Antheil des schwefelsauren Ammoniaks in der Auflösung bleiben. Sobald aber die Flüssigkeit zum Sieden erhitzt wird, entweicht das freie Ammoniak; indem der Einfluß des Kalis von Neuem wirksam wird, fährt das Alkali fort, das Ammoniak aus seiner Verbindung mit der Schwefelsäure zu verdrängen, und dadurch, daß sich diese Wirkungen in jedem Augenblick erneuern, schreitet die Reaction ununterbrochen fort, bis alles Ammoniak verschwunden ist, und die sämtliche Schwefelsäure sich mit dem Kali verbunden hat.

Bei zwei Salzen wird die gegenseitige Einwirkung sich in derselben Art erklären lassen. Es werden z. B. salpetersaures Kali und schwefelsaures Natron in Wasser aufgelöst und mit einander vermischt. In diesem Falle findet eine Theilung jeder Basis in die vorhandenen Säuren Statt, woraus vier verschiedene Salze, nämlich salpetersaures Kali, salpetersaures Natron, schwefelsaures Kali und schwefelsaures Natron hervorgehen. — Wenn nun das Gleichgewicht der so gruppirten Basen und Säuren nicht gestört wird, so können diese vier Salze unendlich lange neben einander bestehen. Dies ist aber nicht mehr der Fall, sobald eins derselben aus irgend einer Ursache aus dem Wirkungskreise der übrigen entfernt ist, was unter Anderem eintreten würde, wenn eins derselben unlöslich wäre.

Dieser Fall würde bei einem Gemenge von salpetersaurer Baryterde und schwefelsaurem Natron stattfinden. Sobald man die Auflösungen dieser beiden Salze mit einander vermischt, so bildet sich bekanntlich ein Niederschlag, welcher, in Form von schwefelsaurer Baryterde, die ganze Menge Baryterde des salpetersauren Salzes und alle Schwefelsäure des schwefelsauren Natrons enthält. — Nach Berthollet erfolgt die Zersetzung nicht augenblicklich; es gibt einen Moment, wo die Flüssigkeit gleichzeitig, wie im vorigen Fall, vier Salze, nämlich salpetersaure Baryterde, salpetersaures Natron, schwefelsaure Baryterde und schwefelsaures Natron enthält. Ist nun jedoch die Theilung der Basen und Säuren auf diese Weise vor sich gegangen, so scheidet sich die schwefelsaure Baryterde, wegen

ihrer Unlöslichkeit, aus; die gegenseitige Einwirkung des salpetersauren Baryts und des schwefelsauren Natrons beginnt von Neuem, oder setzt sich vielmehr, ohne Unterbrechung, fort und geht so schnell von Statten, daß die zu ihrem Auftreten erforderliche Zeit für uns unmerklich wird.

Berthollet hat nicht allein, indem er die mehr entgegengesetzten Ansichten von Bergman vertheidigte, die von diesem Chemiker als Ausnahme betrachteten Fälle der Regel unterworfen, sondern er hat auch Mittel zur Erklärung von Thatsachen angegeben, welche auf den ersten Anblick sehr sonderbar erscheinen. Wie kommt es, daß schwefelsaure Kalkerde und kohlensaures Ammoniak in der Kälte, bei Gegenwart von Wasser schwefelsaures Ammoniak und kohlen saure Kalkerde liefern, während in der Zersetzung diese beiden Salze jene ersteren wieder ergänzen?

Berthollet gibt von diesen beiden entgegengesetzten Wirkungen, vermittelt des nämlichen Princip, Rechenschaft. Im ersten Falle ist es die kohlen saure Kalkerde, welche wegen ihrer Unlöslichkeit sich aus dem Wirkungskreise entfernt, und die Reaction vollkommen macht; im zweiten Falle ist es das kohlen saure Ammoniak, welches wegen seiner Flüchtigkeit analoge Erscheinungen hervorruft.

Berthollet's erkannten Gesetzen zufolge, lassen sich die Verwandtschaften auf folgende Weise erklären: Wird eine Auflösung des Körpers A mit einer Auflösung von B + C vermischt, und scheidet sich hierbei weder etwas ab, noch entweicht etwas gasförmig, so werden sich A und B in C theilen; jedes, A wie B, wird sich mit um so mehr C vereinigen, je größer seine Verwandtschaft zu diesem Körper und in je größerer Menge es vorhanden ist. Ist die Affinität von A zu C durch die Größe A ausgedrückt, wenn β die Affinität von B zu C bedeutet, ist in der Lösung A in der Gewichtsmenge a, B in der Gewichtsmenge b, C in der Gewichtsmenge c enthalten, so wird sich C unter A und B vertheilen, so daß mit den a Gewichtstheile A verbunden sind

$$\frac{a A}{a A + b \beta} \quad c \text{ von C, mit } b \text{ Gewichtstheilen von B aber } \frac{b \beta}{a A + b \beta}$$

c von C. Es tritt nach diesem Gesetze gewissermaßen ein chemisches Gleichgewicht ein. Der chemische Effect jedes der Körper A und B hängt von seiner Verwandtschaft zu C und von seiner Masse ab; das Maß des Effects ist durch das Product der Masse in die Verwandtschaft gegeben. Dieses Product bezeichnete Berthollet mit dem Namen: „masse chymique“, was im Deutschen durch „chemische Masse“ oder besser durch „chemisches Moment“ bezeichnet wird.

Hieraus folgt, daß, im Fall sich bei der Mischung von A mit B C nichts niederschlägt und nichts verflüchtigt, der Körper A dem Körper B nie sämmtliches C entziehen kann, wenn auch A noch so starke Verwandtschaft zu C hat; man ihm durch das dem C bei Weitem weniger verwandte A einen merkbaren Antheil des ersteren entziehen kann, wenn man nur die Menge von A gehörig groß im Verhältniß zu der von B nimmt; daß man überhaupt eine Materie, was ihr an Verwandtschaftskraft abgeht, durch Vergrößerung der Mengen ersetzen kann.

Eine solche Theilung von C unter A und B findet eben nur Statt, wenn bei Vermischung von A mit B C sich nichts niederschlägt und nichts ausscheidet. Ist aber der Körper B ein solcher, welcher, von C abgeschieden, Gasgestalt annimmt, so ist der Erfolg ein anderer; es kann alsdann eine vollständige Zersetzung stattfinden. Kommt zu einer Verbindung B C, worin B ein solcher Körper ist, ein Stoff A, der zu C Verwandtschaft hat, so wird A zunächst, nach dem vorstehenden Gesetze, sich einer gewissen Menge von C bemächtigen; es wird dadurch mehr B dem Reste von C vereinigt, als dieser fixiren kann, es wird sich eine gewisse Menge von diesem B gasförmig abscheiden; auf die zurückgebliebene Menge B C wirkt A nun neuerdings ein, um ein Gleichgewicht nach dem erwähnten Gesetze zu bewerkstelligen; der Vorgang des Ausscheidens von B wiederholt sich, und allmählig wird sämmtliches B von C vollständig abgeschieden und ausgetrieben und sämmtliches C ist mit A vereinigt.

Ähnliche Umstände bedingen eine vollkommene Zersetzung, wenn die durch Zersetzung von B C durch A sich bildende Verbindung A C unlöslich ist, d. h. große Cohäsion hat und sich abscheidet. Während früher, wo ein Theil von C sämmtliches zugesetzte A beschäftigen konnte (wie der andere Theil von A sämmtliches vorhandene B), ist die Herstellung eines solchen chemischen Gleichgewichts nicht mehr möglich. Geht A mit C eine unlösliche Verbindung ein, so entsteht ein Niederschlag A C; sämmtliches C, was durch A an sich gezogen wurde, fällt nieder, aber nicht mit allem, sondern nur mit einem Theile von A verbunden, nämlich mit so viel, als es in den unlöslichen Zustand überführen kann. Der Theil von A, welcher nicht mit niedergeschlagen worden ist, wirkt von Neuem auf das noch unzersetzte B C; er entzieht diesem einen neuen Antheil C, der sich wieder mit einem Theile von A niederschlägt, und dieser Vorgang wiederholt sich, bis sämmtliches C mit A verbunden aus der Lösung niedergeschlagen ist.

Zwischen den Molekülen eines und desselben Körpers ist es die Cohäsion in dem eigentlichen Sinne des Worts, die sogenannte Zusammenhangskraft; sodann zwischen den mehr oder minder ähnlichen Molekülen, welche bei ihrer Vermischung die individuellen, die sie charakterisirenden Eigenschaften beibehalten, ist es die Kraft der Auflösung, diejenige Kraft, welche sich dem Widerstande der Körper, sich aufzulösen, entgegenstellt und die man in der Chemie gleichfalls häufig Cohäsion nannte; endlich zwischen den unähnlichen, welche sich eng verbinden, und ein mit eigenthümlichen Eigenschaften begabtes Product liefern: dies ist die Verwandtschaft.

Die Cohäsion gestattet zwischen den Molekülen keine Grenzscheidung, welche sie vereinigt hält. Jeder Krystall, jeder homogen feste und flüssige Stoff ist im Stande, sich zu vergrößern, durch Hinzufügung eines Theils anzuwachsen, und dieses Anwachsen hat keine Grenze.

Bei den Auflösungen ist es etwas Anderes; sie können nicht über gewisse Grenzen hinaus erfolgen, innerhalb deren die Verhältnisse übrigens unendlich wech-

sein können. So kann man z. B. zu Zucker oder Salzwasser weder Zucker noch Salz hinzufügen, wenn die Auflösung bereits gesättigt ist; allein man kann Wasser in großer Menge hinzusetzen.

Sowie von stark entgegengesetzten Körpern, wie von einer Säure und einer Base die Rede, kurz von Körpern die Rede ist, welche sich eng mit einander verbinden, und zwar ohne ihre Eigenschaften dabei zu bewahren, so zeigt die moleculare Wirkung scharfe und bestimmte Grenzen; sie erfolgt nach bestimmten Abstufungen. Soll man nun drei Kräfte, die Cohäsion der Auflösung und die Verwandtschaft annehmen, oder eine Modification einer und derselben Kraft? Diese letztere Meinung ist die einfachste. Ist sie nicht eine solche, welche zu einer aufmerksamen Prüfung der Frage führt? Die Cohäsion findet zwischen gleichartigen Theilchen Statt, sie ist schwach und ohne sichtbare Grenze. Die Kraft der Auflösung äußert sich vorzugsweise bei analogen Theilchen, sie ist stärker, als die Cohäsion, und wenn sie in unbestimmter Weise auftritt, so geschieht dies nur innerhalb gewisser Grenzen. Die Verwandtschaft äußert sich vorzüglich zwischen sehr ungleichartigen Theilchen; sie ist sehr energisch, zeigt schon ihre Grenzen und liefert stets bestimmt verschiedene Producte.

Die Entwicklung der Verwandtschaftslehre ist nun zu dem Resultat gelangt, daß man zwei verschiedene Verwandtschafts-Arten; die einfache Verwandtschaft und die Wahlverwandtschaft zu unterscheiden hat. Die einfache Verwandtschaft äußert sich zwischen zwei einfachen Körpern, z. B. zwischen Kalium und Sauerstoff; Chlor und Natrium, Schwefel und Eisen u. s. w. Die Wahlverwandtschaft äußert sich in dreifacher Weise, nämlich als einfache, doppelte und prädisponirende Wahlverwandtschaft.

Die einfache Wahlverwandtschaft äußert sich, wenn $B + C$ mit dem Körper D in Berührung gebracht wird; es verbindet sich dann D mit B zu einer Verbindung, $D + B$, während C ausgestoßen wird. Wird z. B. Kalium mit Wasser in Berührung gebracht, so verbindet sich dasselbe, vermöge seiner Neigung zum Sauerstoff, mit dem des Wassers, während der Wasserstoff in Gasform entweicht. Wird kohlensaurer Kalk mit Schwefelsäure übergossen, so verbindet sich dieselbe bekanntlich mit dem Kalk zu schwefelsaurem Kalk oder Gyps und treibt die Kohlensäure aus, da die Verwandtschaft der Schwefelsäure zum Kalk stärker ist, als die der Kohlensäure. Kommen aber zwei zusammengesetzte Körper mit einander in Berührung und tauschen ihre Bestandtheile gegenseitig aus, so nennt man diese Art der Verwandtschafts-Außerung doppelte Wahlverwandtschaft, welche allgemein ausgedrückt auf folgende Weise sich verknüpfen läßt: $B + D$ und $C + A$ geben $A + B$ und $C + D$. An derartigen speciellen Beispielen besitzt die Chemie einen großen Reichthum. Läßt man schwefelsauren Kalk und kohlensaure Talkerde längere Zeit in Berührung, so entstehen schwefelsaure Talkerde und kohlensaure Kalkerde, d. h. diese beiden Salze tauschen ihre Säuren gegenseitig aus und erzeugen dadurch neue Salze; eben so werden durch kohlensaures Natron und schwefelsaures Eisenorydul, in Lösung mit einander in Berührung gebracht, zwei neue Salze: kohlensaures Eisenorydul, und schwefel-

saures Natron erzeugt, indem ersteres in Form eines grünlich-blauen Niederschlags sich ausscheidet, während letzteres in Lösung bleibt.

Ein anderes Auftreten der Thätigkeit der chemischen Verwandtschaft ist die prädisponirende Verwandtschaft, welche sich äußert, wenn ein Körper die Verbindung zweier anderen vermittelt oder vielmehr verursacht, nämlich wenn ein anderer Körper einer chemischen Verbindung den einen ihrer Bestandtheile entreißt. — Ein Körper A ist z. B. nicht im Stande, wenn er mit der Verbindung $B + C$ in Berührung kommt, eine Trennung dieser Bestandtheile zu bewirken und dadurch eine neue Verbindung zu erzeugen; gesellt sich aber ein anderer Körper $D + E$ hinzu, so wird, in Folge dessen, A ermächtigt, seine Verwandtschaft zu $B + C$ geltend zu machen. — Als speciell sehr bekanntes Beispiel mag folgendes aufgeführt werden: Zink und Wasser in Berührung gebracht, werden gegenseitig keine Einwirkung hervorrufen; sobald aber Schwefelsäure hinzugesetzt wird, erfolgt bekanntlich eine Zersetzung des Wassers, indem das Zink sich mit dem Sauerstoff des Wassers vereinigt und die Schwefelsäure zu dem entstandenen Zinkoxyd Verwandtschaft zeigt, wodurch alsdann schwefelsaures Zinkoxyd entsteht.

Endlich äußert sich die Verwandtschaft aber auch noch in einer eigenthümlichen und häufig vorkommenden Weise, nämlich so, daß z. B. der Körper A mit dem Körper B nicht einfach die Verbindung $A + B$ gibt, sondern $A + 2B$, $A + 3B$ u. s. w. liefert, woraus folgt, daß nicht allein chemisch verschiedene Körper, mit einander verbunden, chemische Verbindungen hervorrufen, sondern solche auch dadurch entstehen, daß dieselben in mehreren Verhältnissen sich vereinigen.

Aus der ganzen Verwandtschaftslehre und namentlich aus dem gegenwärtigen Begriff der die chemischen Verbindungen verursachenden Verwandtschaft ergibt sich, daß die Körper, wenn sie sich vereinigen sollen, in einem fein zertheilten Zustande mit einander in Berührung kommen müssen und daß die Cohäsion, welche zwischen den kleinsten Theilchen fester und flüssiger Körper sich als Zusammenhangskraft geltend macht, als Feindin der Verwandtschaft zu betrachten ist. Da nun die Cohäsion zwischen den kleinsten Theilchen fester Körper am meisten energisch auftritt, so sind diese für die Verwandtschafts-Äußerung am wenigsten geeignet, während die flüssigen (tropfbarflüssigen) Körper, deren Theilchen leichter verschiebbar sind, der alten bekannten Regel: „*corpora non agunt nisi fluida*“ zufolge, sich leichter mit einander vereinigen, wogegen zwischen den kleinsten Wassertheilchen oder Molekülen gasförmiger Körper von einer Zusammenhangskraft keine Rede mehr sein kann, sondern nur eine Repulsions- oder Abstoßungskraft wirksam ist, weshalb die gasförmigen Körper, vermöge ihres Bestrebens sich auszudehnen, am meisten geneigt sind, sich mit einander zu vereinigen.

In dieser Weise haben wir die Lehre von der Verwandtschaft, der hypothetisch angenommenen Kraft, welche von Manchen als Anziehungskraft bezeichnet wird, gegenwärtig aufzufassen.

Endlich mag zum Schluß bemerkt werden, daß man auch schon früher sich bemühte, die Stärke der Verwandtschaft zu prüfen und zu ermitteln. So war

es z. B. zuerst Geoffroy im Jahre 1718, welcher eine solche Tafel veröffentlichte; im letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts waren es hauptsächlich Bergman und Guyton de Morveau, welche solche Tafeln verfertigten und es mögen einige Reihen als Beispiel aus Bergman's Tafeln*) hier angeführt werden, obwohl er in Zahlen die Verwandtschaftsgröße nicht auszudrücken vermochte; er gab nur die Reihe, in welcher die verschiedenen Körper an Verwandtschaft zu einem dritten abnehmen.

Schwefelsäure		Salzsäure	
auf nassem Wege	auf trockenem Wege	auf nassem Wege	auf trockenem Wege
Baryterde	Phlogiston	Baryterde	Phlogiston
Kali und Natron	Baryt	Kali und Natron	Baryterde
Ammoniak	Kali	Kalkerde	Kali
Thonerde	Natron	Bittererde	Natron
Zinkoxyd	Kalkerde	Ammoniak	Kalkerde
Eisenoxyd	Bittererde	Thonerde	Bittererde
Bleioxyd	Metalloxyde	Zinkoxyd	Metalloxyde
Kupferoxyd	Ammoniak	Eisenoxyd	Ammoniak
Quecksilberoxyd	Thonerde	Bleioxyd	Thonerde
Silberoxyd		Kupferoxyd	
		Wismuthoxyd	
		Quecksilberoxyd	
		Silberoxyd	

B. Elektrochemische Theorie und das elektrolytische Geset.

Erkannte man nun auch wirklich schon früh, wie aus dem vorhergehenden Raisonnement sich ergibt, die Verwandtschaft als eine besondere Kraft, so führten doch die unbefriedigenden Erklärungen für Wärme- und Licht-Entwicklung bei chemischer Vereinigung und Zersetzung, auch dahin, noch eine besondere Kraft anzunehmen, resp. zu vermuthen, welche die Verbindung der Stoffe bedingt und mit welcher gleichzeitig die Licht- und Wärme-Entwicklung zusammenhängt.

Schon längst hatte man einen Zusammenhang zwischen dem Lichte, dem elektrischen Funken und der Verbrennung geahnt, bis die Entdeckung der elektrischen Säule und namentlich die der Wasser-Zersetzung, durch den elektrischen Strom

*) Die Tafeln sollen angeben, in welcher Reihenfolge die Körper an Verwandtschaft zu der Säure abnehmen; die erste Columne bezieht sich auf die Prüfung der Körper (hinsichtlich ihrer Verwandtschafts-Stärke) in Auflösung, die zweite auf höhere Temperaturen. — Bergman hat in dieser Weise für 59 Substanzen (Säuren und Basen) Verwandtschaftstafeln veröffentlicht.

zunächst Veranlassung gaben, die Electricität mit den Erscheinungen des chemischen Processes zu vergleichen.

Lavoisier und Laplace machten schon 1781 die Beobachtung, daß, wenn Eisen in Schwefelsäure aufgelöst wird, sich Electricität entwickelt; sie sammelten dieselbe in einer solchen Menge, daß sie mit Hülfe des Volta'schen Conductors lebhafte Funken erhielten. Da sie sollen sogar schon merkliche Quantitäten mit der durch Auflösen von Kreide in Schwefelsäure entbundenen Kohlensäure, und ebenfalls beim Auflösen des Eisens in Salpetersäure erhalten haben. Sie kamen jedoch nicht auf die Idee, diese Erscheinungen dem chemischen Proceß anzupassen. Erst, nachdem man die Wirkung der elektrischen Säule erkannt hatte, suchte vorzugsweise Davy, durch die erfolgreichen Resultate mannichfacher Versuche, die Electricität mit dem chemischen Proceß in Einklang zu bringen, so daß von ihm und Berzelius eine Hypothese aufgestellt wurde, welche als die elektrochemische Theorie bekannt ist.

Zu allen diesen herrlichen Entdeckungen und Beziehungen der Electricität zu den chemischen Verbindungen und Zerlegungen gab zunächst Aloys Galvani, zur Zeit Professor der Medicin in Bologna, durch seine im Jahre 1789 gemachte allgemein bekannte herrliche Entdeckung, die nächste Veranlassung, wiewohl Alexander Volta, Professor zu Pavia, 1792, durch die Aufklärung jener Beobachtungen und seine scharfsinnigen Untersuchungen, besonders durch die Construction der bekannten elektrischen oder galvanischen sogenannten Volta'schen Säule, (anno 1800) denselben eine hohe Wichtigkeit für die später erkannten chemischen Beziehungen verliehen hat. Denn vor dieser Zeit war nicht daran gedacht worden, wenn auch die Reibungselectricität schon lange durch William Gilbert (1600), Otto von Guericke etwa 1660, Du Fay, von Kleist und Anderen erkannt worden war, schon 600 vor Christi Geburt man die Anziehungskraft, welche geriebener Bernstein (*ἤλεκτρον*) auf leichte Körper äußert, kannte, selbst Priestley, Berthollet und Cavendish im vorigen Jahrhundert (zwischen 1772 und 1785) einige hinweisende Beobachtungen gemacht hatten, und endlich sogar holländische Chemiker (Deimann und Paets van Troostwyk) 1789 mittelst Reibungselectricität, Wasser zerlegt haben sollen. —

Galvani*) und Volta**) waren es unbestritten, welche die erste Veran-

*) Aloys (Luigi oder Aloisio) Galvani wurde den 9. September 1737 zu Bologna geboren, 1762 Docent und Professor extr. der Medicin, 1775 Professor der praktischen Anatomie an der Universität daselbst, später auch der Geburtshülfe, 1797, wegen Verweigerung des Bürgereides, welchen er der cisalpinischen Republik leisten sollte, seiner Aemter und Einkünfte beraubt, jedoch bald wieder eingesetzt; starb aber bald darauf den 4. December 1798 an dem Orte seiner Wirksamkeit.

**) Alexander (Alessandro) Volta, geboren den 19. Februar 1745 zu Como, gestorben den 5. März 1827 daselbst, von 1774—1779 Professor der Physik am Gymnasio zu Como und von 1779—1804 an der Universität zu Pavia. Zu dieser Zeit nahm er seinen Abschied, wurde von Napoleon zum Grafen und Senator von Italien erhoben, vom Kaiser Franz 1815 zum Director der philosophischen Facultät an der Universität zu Padua ernannt u.

lassung zu den an Folgen reichen Entdeckungen, vorzüglich der auf nassem Wege oder durch Contact erzeugten Elektricität, in ihrer Beziehung zum Chemismus, gaben, indem der Erstere bekanntlich die Beobachtung machte, daß, wie er präparirte Froschschenkel, deren Nerven entblößt waren, mittelst eines kupfernen Hafens an einem eisernen Balcongeländer aufhing, dieselben oder vielmehr deren Muskeln in Zuckungen geriethen, und diese Erscheinung als Folge thierischer Elektricität ansah, Volta aber diese letzte Ansicht durch seine Versuche widerlegte und darthat, daß die Elektricität durch Berührung der Metalle erzeugt werde, und die Froschschenkel gleichsam als Vermittler oder leitende Körper einen Durchgang gestatteten.

Die Engländer Nicholson und Carlisle, machten im Jahre 1800 bei einer gemeinschaftlichen Untersuchung über die Wirkungen der galvanischen Säule, die Beobachtung, daß bei der Entladung der Säule durch Wasser, eine Gasentwicklung aus dem letzteren stattfindet, daß das Wasser durch die Elektricität in seine beiden Bestandtheile, welche sich gasförmig entwickeln, zerlegt wird, so bald die Leitungsdrähte, mit denen das Wasser in Berührung ist, aus nicht oxydirbarem Metall bestehen. Auch nahm ebenderselbe Mann wahr, daß Lackmustinctur, der Wirkung des galvanischen Stroms ausgesetzt, an dem Zuleitungsdrahte des positiven Poles, sich, wie durch eine Säure, roth färbte; jedoch Cruikshank dehnte diese Beobachtung noch auf andere Pflanzenfarben aus, und bewies die ganz entgegengesetzte Wirkung des negativen Zuleitungsdrahtes, nahm auch bereits die Zersetzung einiger anderen Verbindungen in ihre Bestandtheile wahr. Aber vollständiger wurde erst der zersetzende Einfluß der galvanischen Elektricität auf chemische Verbindungen durch Berzelius und Hisinger erkannt, welche bereits 1803 eine Untersuchung über die Wirkung der Voltaischen Säule auf Salze und einige Basen veröffentlichten. Sie setzten verschiedenartige Salze der Wirkung des galvanischen Stroms aus, und gelangten zu den höchst wichtigen Resultaten, daß, wenn sich die elektrische Säule durch eine Flüssigkeit entladet, sich die Bestandtheile dieser Flüssigkeit auf eine solche Weise trennen, daß sich die einen um den positiven, die anderen um den negativen Pol ansammeln, und daß sich an dem negativen Pol immer die brennbaren Bestandtheile, Alkalien und Erden, an dem positiven hingegen Sauerstoff, Säuren und oxydirte Körper ausscheiden. Sie erkannten also zuerst den elektrischen Unterschied zwischen Säuren und Basen.

Ueber die Ursache dieser Erscheinungen sprachen sie keine bestimmte Ansicht aus. Doch äußerten sie, daß es ihnen am natürlichsten scheine, die beobachteten Vorgänge durch Attraction der Elektricität auf den einen und Repulsion derselben auf die anderen Stoffe zu erklären. — Auch die Zersetzung anderer Körper, als die von Salzen, gelang ihnen, so beobachteten sie z. B. daß, wenn Ammoniak durch die galvanische Elektricität zerlegt wird, sich das Stickgas an dem positiven, das Wasserstoffgas an dem negativen Pol drahte ausscheidet.

Davy war es jedoch, welcher die Aufmerksamkeit sämmtlicher Chemiker, durch seine elektrochemischen Untersuchungen, im Jahre 1806 auf sich zog, indem er, nach der erprobten Wasserzersetzung, auch Basen und Salze zu zerlegen suchte.

Mit kurzen Worten sind hier diejenigen Männer erwähnt worden, welche für die Entwicklung der elektrochemischen Theorie gewirkt haben; aber wir haben bis hierher noch nicht erfahren, was unter elektrochemischer Theorie zu verstehen ist und für die historische Entwicklung einer jeden Theorie, eines jeden Gegenstandes ist von Wichtigkeit, zu wissen, wie weit die Wissenschaft und bis zu welchem Grade die Entwicklung der Wissenschaft gediehen ist.

Nicholson's, Berzelius und Davy's Anbahnung für die Entwicklung der elektrochemischen Theorie ist bis dahin gediehen, daß wir, mit allen unseren Theorien und Principien, der Wissenschaft sagen können, daß die elektrochemische Theorie eine dem ganzen chemischen Prozeß angemessene Theorie ist.

Unter elektrochemischer Theorie versteht man nämlich diejenige Ansicht, die Hypothese, nach welcher man chemisch zusammengesetzte Körper als binäre Verbindungen oder als Verbindungen je zwei und zwei ihrer einfachen Elemente zu betrachten hat, und wonach dem Streben nach chemischer Vereinigung der Eintritt eines polaren Zustandes der auf einander einwirkenden ungleichartigen Stoffe stets vorangehen muß.

Diese Polarität der Affinität glaubte man nun für identisch mit derjenigen der beiden Elektricitäten halten zu dürfen und daher hat man für diese Hypothese jenen Namen gewählt, denn sie erblickt in jedem chemischen Prozeß zugleich einen elektrischen. Nach dieser Theorie ist die Verbrennung einer jeden chemischen Verbindung die Folge einer mehr oder minder vollkommenen Neutralisation entgegengesetzter Elektricitäten, wodurch hierbei die Feuererscheinung, wie bei der Entladung einer elektrischen Flasche, der elektrischen Säule u. s. w., hervorgerufen wird. Wie man aber zu dieser Hypothese gelangte und auf welche Thatfachen man sie stützte, lehrt das bereits Vorgesagte. Davy war die Stütze oder der Begründer der elektrochemischen Theorie, indem er die Vermuthungen bestätigte, welche schon gehegt worden waren.

Ampère schrieb den Molekülen der Körper eine constante unzertrennliche Elektricität zu, von der sie sich nicht zu trennen vermögen, und außerdem nahm er eine äußere, dieser entgegengesetzten bewegliche an, welche gewissermaßen einen Kreis um dieselbe bildete.

Tritt nun die chemische Verbindung ein, so rührt die Neutralisation der Elektricitäten von der beweglichen her. Demnach muß man annehmen, daß z. B. jedes Molekül Wasserstoff eine gewisse Menge positiver Elektricität enthält, welche ihm eigenthümlich ist, und von einer Atmosphäre negativer umgeben wird, während die Sauerstoff-Partikeln hingegen im Innern negativ und in der sie umgebenden Atmosphäre positiv sind. Allerdings lassen sich nach dieser Theorie viele Thatfachen erklären; nähert man zwei elektrische Theilchen einander, so vereinigen sich ihre mit entgegengesetzten Elektricitäten geschwängerten Atmosphären, wodurch die Entwicklung von Wärme und Licht hervorgerufen wird, während sich die Moleküle ebenfalls mit entgegengesetzter Elektricität beladen und sich mit einander verbinden, so daß auf diese Weise eine Verbindung von Dauer entsteht.

Jedoch reicht diese Erklärung für manche Thatfachen nicht aus, und namentlich geht aus dieser Theorie nicht hervor, warum ein Körper sich zu einem zweiten negativ und zu einem dritten positiv verhält, auch sich mit beiden verbindet. Berzelius suchte daher eine Hypothese, eine elektrochemische Theorie aufzustellen, deren Hauptbegriff bereits gegeben worden ist, und die als die ausgebildete angesehen werden darf.

Berzelius schreibt der Materie eine innewohnende Polarität zu; da wir uns aber die Materie, aus kleinsten Theilchen oder Molekülen (in chemischem Sinn gewöhnlich Atome genannt) bestehend, denken, so nimmt Berzelius an, daß die Polarität durch Atome bedingt wird, und hat man nach ihm ein jedes Atom eines Elements sich als einen Körper zu denken, welcher durch Berührung mit einem andern elektrisch-polarisch wird.

Nach Berzelius können sowohl einfache, als auch zusammengesetzte Atome polarisch sein, und wenn sie in Berührung kommen, tritt eine verstärkte Polarität ein, so daß der eine elektrische Pol vorherrscht. An der Berührungsfläche tritt eine Neutralisation der entgegengesetzten Elektricitäten ein, und wenn sie getrennt werden, so wird der Ueberschuß frei.

Berzelius dachte sich, wie in einem Magnet der eine Pol sich stärker äußert, daß diese Aeußerung auch auf die elektrischen Phänomene anzuwenden sei, wozu außerdem die elektrische Vertheilung auch noch einen Grund abgibt. Manche Mineralkörper, namentlich der Turmalin, erhalten ja auch durch Erwärmung elektrische Polarität, welche der eines Magneten ähnlich ist.

Die Atome eines elektrisch-polaren Körpers werden also auf der einen Seite positive und auf der andern Seite negative Elektricität zeigen, wie dasselbe bei einem Magneten der Fall ist.

Um jedoch das vorzugsweise elektropositive oder das hauptsächlich elektro-negative Auftreten eines Körpers wirklich zu erklären, nahm Berzelius Erman's Entdeckung der unipolaren Leiter zu Hülfe. Diese Entdeckung bestand nämlich im Wesentlichen darin, daß es Körper gibt, welche mit der Eigenschaft begabt sind, unter Umständen die beiden Elektricitäten ungleich zu leiten. — Verbindet man die beiden Pole einer elektrischen Säule durch gewisse Substanzen, so gestatten diese nur der einen Elektricität hindurchzugehen. Hiernach stellte sich Berzelius vor, daß die Atome der Körper eine solche Unipolarität annehmen könnten, in Folge deren bald die positive, bald die negative Seite vorherrscht, wie beim Magnet oft die Intensität oder Stärke des einen Pols vorherrschender ist, als die des andern.

Je mehr nun bei einem Körper die Polarität vorherrscht, desto überwiegender ist auch die Kraft des einen Pols, welche in allen heterogenen Körpern gleich ist.

Ist der vorherrschende Pol der Atome eines Körpers positiv, so wird dieser, der Einwirkung der elektrischen Säule ausgesetzt, von dem negativen Pole angezogen; man nennt daher diesen Körper einen elektropositiven; wird derselbe

aber von dem elektropositiven Pol angezogen, so war der elektronegative Pol in ihm vorherrschend und er ist als ein elektronegativer zu betrachten. Je größer die Polkraft eines Körpers ist, desto größer ist auch das Streben nach Vereinigung mit anderen Körpern, bei denen die entgegengesetzte Polarität vorherrscht.

Der am stärksten elektropositive Körper, das Kalium, vereinigt sich mit dem am stärksten elektronegativen Elemente, dem Sauerstoff, mit einer größeren Kraft, als mit einem andern Körper, und diese Verbindung des Kaliums mit Sauerstoff ist nur durch directe Einwirkung des elektrischen Stroms zu trennen, wobei dann natürlich das Kalium an den negativen Pol und der Sauerstoff an den positiven Pol treten wird. Berzelius hat nun demzufolge, je nach dem Vorherrschen des einen oder anderen Pols in den Atomen eines Elements, die Elemente in eine elektrochemische Reihe gebracht, welche etwa folgender Anordnung entspricht:

— E.	Bor	Quecksilber	Lanthan
Sauerstoff	Kohlenstoff	Silber	Thorium
Schwefel	Antimon	Kupfer	Zirkonium
Selen	Tellur	Wismuth	Aluminium
Stickstoff	Tantal	Zinn	Yttrium
Fluor	Niobium	Blei	Terbium
Chlor	Titan	Cadmium	Erbium
Brom	Silicium	Kobalt	Beryllium
Jod	Wasserstoff	Nickel	Magnesium
Phosphor	Gold	Eisen	Calcium
Arsen	Osmium	Zink	Strontium
Chrom	Iridium	Mangan	Barium
Vanadin	Platin	Uran	Lithium
Molybdän	Rhodium	Didym	Natrium
Wolfram	Palladium	Cerium	Kalium
			+ E.

Indessen muß bemerkt werden, daß der elektrochemische Charakter der einzelnen Elemente nicht beständig ist; denn da in jedem Körper beide Polkräfte enthalten sind, so kann natürlich bald die eine, bald die andere sich äußern, und es kann daher ein Körper, wenn er mit einem starken elektropositiven in Berührung kommt, elektronegativ und so umgekehrt auftreten; nur solche, wie der Sauerstoff und die Metalle der Alkalien und Erden, bei denen der elektrochemische Charakter stark ausgeprägt ist, behaupten denselben bestimmt und zwar jener erstere seinen negativen Pol und die letzteren ihren positiven Pol.

Im Sauerstoff herrscht der negative Pol und im Kalium der positive vor; je mehr die Elemente, sich ihrer Stellung nach, in der elektrischen Reihe dem Sauerstoff nähern, desto mehr ist in ihnen der negative Charakter ausgeprägt; je mehr sie sich dagegen dem Kalium nähern, desto mehr ist die positive Polkraft vorherrschend. Je weiter also zwei Elemente in der elektrischen Reihe von einander entfernt sind, desto größer ist ihr elektrischer Gegensatz und desto mehr tritt

ihre Verwandtschaft hervor; je näher sie einander stehen, desto geringer ist ihre elektrische Spannung.

Wollte man daher die Elemente in elektropositive und elektronegative, eintheilen, so würde eine solche Eintheilung aus erwähnten Gründen sich nicht consequent durchführen lassen; denn man nimmt den unbeständigen elektrochemischen Charakter sogar schon bei den dem Sauerstoff in der elektrischen Reihe nahe stehenden Stoffen wahr; es verhält sich z. B. der Schwefel gegen die Metalle elektronegativ, während er gegen den Sauerstoff als elektropositiver Körper auftritt, und eben dasselbe ist beim Chlor, Brom und Jod der Fall. Es kann also diese Eintheilung in elektropositive und elektronegative Elemente, bis auf wenige, nur sehr relativ genommen werden, und kann sich nur auf die Sauerstoffverbindungen beziehen. Diese Relation der Sauerstoffverbindungen hat Berzelius auch bei seiner Eintheilung der Metalle, bei welcher er Selen, Tellur, Arsen, Antimon, Chrom, Vanadin, Molybdän als elektronegativ bezeichnet, indem sie mit Sauerstoff vorzugsweise Säuren bilden, im Auge gehabt; denn ein bestimmter elektronegativer Charakter kann ihnen nicht zugeschrieben werden. Dieses sieht man z. B. beim Antimon, welches, obgleich es vorherrschend elektronegativ ist und gegen Kalium und viele andere Metalle diesen Charakter behauptet, sich gegen Sauerstoff, Chlor, Schwefel u. s. w. elektropositiv verhält.

Nicht allein aber bezieht sich, wie schon an verschiedenen Stellen angedeutet worden ist, die elektrische Polarität auf die einfachen Elemente, sondern auch auf die meisten Verbindungen, denn die Annahme gilt nicht nur für das Atom eines einfachen Körpers, sondern auch für ein zusammengesetztes Atom, weshalb die Basen als elektropositive, die Säuren als elektronegative Bestandtheile eines Salzes anzusehen sind. Wird nämlich ein Salz dem elektrischen Strome ausgesetzt, so erfolgt die Zersetzung in der Weise, daß die Säure von dem positiven Pol und die Basis von dem negativen Pol angezogen wird. Uebrigens ist der Charakter bei den Säuren und Oxyden auch nicht immer beständig; denn manche Oxyde treten bald als Säuren, bald als Basen auf, und es richten sich ihre vorherrschenden Charaktere sehr häufig nach dem hinzutretenden Oxyde. Die Verbindungen der Körper mit Sauerstoff, Schwefel und den Salzbildern behaupten den vorherrschenden elektrochemischen Charakter des Radicals; d. h. ist dieses vorherrschend elektronegativ, so tritt die Verbindung mit jenen auch gegen andere elektronegativ auf, und so umgekehrt.

Sollte nun, nach dieser elektrochemischen Theorie, eine Definition von der Verbrennung gegeben werden, so würde es nicht unrichtig sein, wenn man sagte: „die Verbrennung ist eine Vereinigung eines mehr oder weniger elektropositiven Elements mit einem elektronegativen Elemente, wobei durch die Neutralisation der Elektricitäten die Erscheinung des Feuers eintritt, welche bei jeder chemischen Verbindung erfolgt. Der Verbrennungs-Unterhalter oder Zünder muß also ein elektronegatives Element mit stark ausgeprägtem Charakter sein, während der verbrennliche Körper ein mehr elektropositives Element, oder ein an solchen Elementen

reicher Körper sein muß. Der verbrannte Körper aber könnte fast jeder einfach-zusammengesetzte Körper sein, da die meisten derselben als elektronegatives Element einen Zünder haben.

Der Annahme der elektrochemischen Theorie zufolge, haben wir also jeden chemischen Prozeß als einen ursprünglich elektrischen anzusehen, und die Affinität als die Wirkung der elektrischen Polarität zu betrachten; denn rührte die Vereinigung und das Zusammenhalten von der Affinität her, so würde sie nicht den elektrischen Einflüssen ausgesetzt sein.

Als wirkliche Stütze für die elektrochemische Hypothese haben wir die Elektrolyse oder die Zerlegung chemischer Verbindungen in binäre Elemente zu betrachten, durch deren tägliche Fortschritte jene immer mehr befestigt wurde, so daß der Zusammenhang zwischen chemischen und elektrischen Kräften deshalb auch immer mehr außer Zweifel gesetzt werden mußte. Außer dem über die Zerlegung der chemischen Verbindungen durch den galvanischen Strom bereits Gesagten, sind nur noch einige Momente hervorzuheben, welche von Faraday erkannt wurden. Diese betreffen nämlich das elektrolytische Gesetz.

Dieser im allgemeinen Theil (Thl. I.) erwähnte Chemiker fand nämlich, daß die Menge der an den Polen ausgeschiedenen Bestandtheile einer Verbindung in einem besonderen Verhältniß zu der Quantität des sich auflösenden Zinks einer galvanischen Batterie steht. — Wird nämlich chemisch-reines Zink zu einer galvanischen Kette verwendet, so wird gerade so viel zersetzt und Zink aufgelöst, als zur Leitung des circulirenden Stromes erforderlich ist, woraus folgt, daß die Menge aufgelösten Zinks in einem bestimmten Verhältniß zu diesem Strome stehen muß.

Es stellte sich nun aber auch heraus, daß für jedes Mischungsgewicht Wasserstoff, welches sich in der Zerlegungszelle entwickelt, auch in jeder Zelle ein Äquivalent Zink aufgelöst wird, daß überhaupt die Menge des entwickelten Wasserstoffgases und die Quantität des aufgelösten Zinks sich wie ihre Mischungsgewichte zu einander verhalten, und zwar hat diese Thatfache nicht allein bei diesem einzelnen Fall sich herausgestellt, sondern es ist für viele andere zusammengesetzte Körper gefunden, daß die durch ein und denselben elektrischen Strom zerlegbaren Gewichtsmengen binärer Verbindungen, sich wie die chemischen Äquivalente verhalten. So entsprechen z. B. die durch elektrische Zersetzung von Chlorsilber, Chlorzink, schwefelsaures Kupferoxyd u. s. w. erhaltenen Quantitäten der abgeschiedenen Stoffe sehr genau den Äquivalentzahlen. Die Quantität der abgeschiedenen Stoffe ist auf der anderen Seite stets der zur Abscheidung erforderlichen Elektricität proportional, und man kann aus diesen Thatfachen folgern, daß die chemischen Äquivalente diejenigen relativen Gewichte der Stoffe bezeichnen, welche in Berührung mit einem und demselben Grundstoff eine gleich starke elektrische Polarität annehmen.

Wenn nun auch später die Richtigkeit des elektrischen Gesetzes bestritten worden ist, so ist nach den hierüber angestellten Versuchen keine Garantie für die Reinheit der dazu angewandten Substanzen gegeben worden; überhaupt ist ja auch die

Vorstellung von der Zusammensetzung des Wassers im Verhältniß von 2:1 eine annäherungsweise richtige.

Wollten wir die große Reihe der herrlichen Resultate, welche durch die Elektrolyse in organischen Salzverbindungen erzielt worden sind, hier aufzuführen, so würde dazu ein bedeutender Platz erforderlich sein. — Von großer Wichtigkeit aber ist vielmehr zu erwähnen, daß man in späterer Zeit auch Salze der Elektrolyse unterworfen hat, deren Säuren auf einer niedrigen Oxydationsstufe stehen. Vorzugsweise ist jedoch auch die elektrochemische Theorie in ihrer Anwendung auf organische Verbindungen wesentlich, indem man auf diese Weise organische Radicale, wie z. B. Balyl, Diethyl etc. abschied, wiewohl die Anwendung in jüngster Zeit nicht weiter ausgedehnt worden ist.

II. Entwicklungs-Periode der atomistischen Theorie, Stöchiometrie, der Erkenntniß der chemischen Verbindungen; deren Nomenclatur- und Zeichen-Lehre.

Nach der atomistischen Theorie, welcher schon von griechischen Philosophen gehuldigt wurde, haben wir sämtliche Körper als aus den kleinsten Atomen bestehend zu betrachten.

Das Wort „Atom“ rührt von den griechischen Philosophen Leucippus (500 v. Chr. Geb.) und Epicur (345–274 v. Chr. Geb.) her. Man legte übrigens den Atomen nicht etwa eine Anziehungskraft bei, sondern betrachtete sie als in fortwährender Bewegung begriffen.

Die atomistische Ansicht hat sich zwar bis auf die neueste Zeit erhalten, aber schon im vorigen Jahrhundert trat ihr mit Recht die dynamische Ansicht entgegen. Nach der ersteren wurde die Materie der Körper, als nicht bis in's Unendliche theilbar angenommen, denn das Wort „Atom“ (v. *α* privativum und *τέμνειν*, zerschneiden, theilen, trennen) bedeutet etwas nicht Zerschneidbares, während nach der dynamischen (v. *δύναμις* Kraft, Macht) Ansicht die Materie aus kleinen Massentheilen zusammengesetzt ist, welche bis in's Unendliche sich zertheilen lassen, und in der That können wir uns nicht denken, daß es kleine Theilchen gebe, welche nicht mehr theilbar sein sollten. Das Wort „Atom“ dürfte daher im strengsten Sinne des Wortes keine Anwendung mehr finden, weil es in der That mit philosophischen Betrachtungen sich nicht vereinigen läßt. Dennoch ist dieser Ausdruck aus der Chemie bis jetzt noch nicht verbannt worden, namentlich kann denselben die organische Chemie noch nicht entbehren; aber es muß das Wort Atom nicht in einem streng philosophischem Sinne genommen werden, sondern es ist demselben vielmehr die Bedeutung als kleinstes Theilchen unterzulegen und auf diese Bedeutung ist hier auch nur Rücksicht zu nehmen, wiewohl die erste Kundgebung atomistischer Ansicht, lange Zeit vor der Keimung der chemischen Wissenschaft liegt. Leucippus soll nämlich historischen Berichten zufolge, der Erste gewesen sein,

welcher in allen Körpern höchst feine, verschieden gestaltete und auch ihrem Wesen nach verschiedene kleinste Theilchen als Grundlage, und als eine Folge der Verbindung der gleichartigen unter diesen kleinsten Theilchen, die Bildung größerer Massen annahm. Epicur bildete diese Ansicht weiter aus und bezeichnete die kleinsten Theilchen als „Atome“, wodurch ihre Untheilbarkeit ausgesprochen wurde. Nach ihm werden die gesammten Körper durch das Zusammentreffen gleichartiger Theilchen gebildet, und bedingt die Beschaffenheit der Atome die Eigenschaft des aus denselben gebildeten Körpers, und diese Ansicht hat unter den Philosophen Jahrhunderte hindurch sich gehalten, bis, wie erwähnt, die dynamische Ansicht entgegentrat. Von Seiten der Chemiker hingegen ist, bis in das 17. Jahrhundert, eine Ansicht nicht darüber ausgesprochen worden; der erste Chemiker scheint van Helmont gewesen zu sein; denn derselbe sagt: „daß die atomi gas ob nimiam exiguitatem invisibiles seien und scheint darnach Atome angenommen zu haben.“ — Nach Des Cartes (oder Lat.: Cartesius, geboren zu La Haye en Touraine, 1596) ist die Materie, (gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts, ausgesprochenen Ansichten zufolge), aus zwei an und für sich untheilbaren Atomen zusammengesetzt zu betrachten, aber diese Atome können als theilbar sich gedacht werden; sie sind auch an sich ohne Schwere, und erhalten dieselbe erst durch ihre Lage und Bewegung gegen einander; ferner sind die verschiedenen Eigenschaften der verschiedenen Körper, durch ihren ungleichen Gehalt an Atomen von verschiedener Feinheit, zu erklären. Boyle war es, welcher zuerst das Wort „Atom“ in einem chemischen Sinne auffaßte; er legte den Atomen (oder nach ihm den Partikeln) Schwere bei und erklärte zuerst die Entstehung einer chemischen Verbindung aus der innigen Aneinanderlegung der kleinsten Theilchen verschiedener Bestandtheile (s. S. 75 u. 76, Thl. I.) und sagt z. B. in seinem „Chemista sceptus“: „Non videri absurdum concipere, in prima mixtorum corporum productione materiam illam universalem, ex qua ea inter ceteras universi partes constabant in exiguas particulas divisas esse etc.“ Nach ihm beruht demnach jede Vereinigung auf juxtaposition kleinster Theilchen, welche bei Bildung mehr complicirter Verbindungen gleich zusammengesetzten Atomen sich verhalten. Lémery erklärte (wie aus seinem „Cours de chimie“ hervorgeht), die Entstehung chemischer Verbindungen daraus, daß der eine der Bestandtheile mit seinen Spitzen in die Form des anderen eingreift (s. hierüber Thl. I. unter „Lémery“, ferner die Verwandtschaftslehre und weiter unten).

Stahl schloß sich Boyles Ansichten an, indem er eine Aneinanderlagerung der kleinsten Theilchen der Bestandtheile bei der Bildung der chemischen Verbindung annahm; er ging jedoch nicht weiter auf die specielle Anwendung dieser Ansicht ein. Newton spricht ebenfalls von einer Attraction der kleinsten Theilchen der Körper (s. unter „Verwandtschaftslehre“). Jedoch gewann die atomistische Theorie erst Bedeutung für die Chemie, als sie nicht nur zur Erklärung der Entstehung einer chemischen Verbindung benutzt wurde, sondern als die Untersuchungen über die Gewichts-Verhältnisse auftauchten, und noch klarer werden die

Begriffe, als man den Ausdruck „Atom“ als mit „Äquivalent“ gleichbedeutend anzunehmen sich entschloß; jedoch stimmt der übliche Gebrauch, sowie auch das vielfältige quantitative Zusammentreten der vier Grundstoffe des organischen Gewebes dafür, daß der Ausdruck „Atom“ beibehalten werde, nur muß Atomgewicht als die Summe von Atomen mit „Äquivalent oder Mischungsgewicht“ als gleichbedeutend betrachtet werden.

Unter Äquivalent (von *aequus* gleich, *valere* Werth haben) versteht man das relative Mischungsgewichtverhältniß, in welchem die Elemente mit einander verbunden sind, und dieser Ausdruck ist deshalb gerechtfertigt, weil die Mischungsgewichtszahlen der verschiedenen Grundstoffe verschieden sind, aber weil die Grundstoffe sich gegenseitig ersetzen können, und jene dann gleichen Werth haben.

Higgins, Professor in Dublin, war der Erste, welcher, wie aus einer 1789 erschienenen Schrift: „A comparative view of the phlogistic and antiphlogistic theories“ sich ergibt, sich in der Weise aussprach, daß man die Körper als aus Theilchen oder Atomen zusammengesetzt ansehen könne und daß die verschiedenen Oxydationsstufen die Folge von der Verbindung verschiedener vieler Atome Sauerstoff mit einem Atome des andern Bestandtheils seien.

Wenn auch ferner zwei Männer, Carl Friedrich Wenzel (geboren zu Dresden 1740 und gestorben, als Director der Bergwerke zu Freiberg, daselbst 1793) und Jeremias Benjamin Richter (geboren am 10. März 1762 zu Hirschberg in Schlesien, gestorben den 4. April 1807 zu Berlin; phil. Dr., folgerweise Bergprobirer in Breslau und Berg-Ässeffor zu Berlin) an der Atomtheorie einen Antheil nicht beanspruchen können, so verdienen doch beide, wegen der Versuche über die quantitative Zerlegung der Salze, über die Erkenntniß der Regelmäßigkeiten, hinsichtlich der Gewichtsmengen, in denen sich die Basen und Säuren zu neutralen Salzen mit einander verbinden, und des dadurch erhaltenen Aufschlusses, hier weitere Berücksichtigung. Wenzel, im Jahre 1777, und Richter, im Jahre 1796, welche sich mit derartigen Untersuchungen beschäftigten und die Lehre der Stöchiometrie oder Stoffmessung begründeten, wie bereits Thl. I. angegeben worden ist, erkannten und fanden ein Gesetz bestätigt, nach welchem die Zerlegung oder ein gegenseitiger Austausch zweier neutralen Salze in der Weise erfolgt, daß wieder aus ihnen zwei neutrale Salze entstehen, und dieses Gesetz läßt sich leicht durch einige Beispiele erläutern: 178 Theile schwefelsaures Natron = 100 Thl. Schwefelsäure + 78 Thl. Natron und 206 Thl. salpetersaurer Kalk = 136 Thl. Salpetersäure + 71 Thl. Kalk, liefern 171 Thl. schwefelsauren Kalk = 100 Thl. Schwefelsäure + 71 Thl. Kalk und 213 Thl. salpetersaures Natron = 136 Thl. Salpetersäure + 78 Thl. Natron. Demnach liefern 178 Thl. schwefelsaures Natron und 206 Thl. salpetersauren Kalk 171 Thl. schwefelsauren Kalk und 213 Thl. salpetersaures Natron; folglich ist das Gewicht sowohl vor, als nach der Zerlegung 384 Thl. Da nun ein völliger Austausch geschehen ist, so müssen diejenigen Mengen des Natrons und Kalks, welche

eine gleiche Quantität Schwefelsäure sättigen, sich ebenso zu einander verhalten, wie die Menge Natrons, welche eine bestimmte Menge Salpetersäure sättigt, zu der des Kalks, welche dieselbe Quantität Salpetersäure sättigt.

Da nun 80 Thl. Salpetersäure sich mit 46 Thl. Natron und ebenso mit 42 Thl. Kalk zu neutralem salpetersauren Natron und neutralem salpetersauren Kalk verbinden, so stellt sich folgendes Verhältniß heraus: $78:71=46:42$.

Soll nun für die 78 Theile Natron die Quantität Salpetersäure gefunden werden, so haben wir diese durch folgende Proportionen zu suchen: $46:80=78\ x$, d. h. $=135,65$.

Wenn also 46 Thl. Natron 80 Thl. Salpetersäure zur Neutralisation erfordern, so gebrauchen 78 Thl. Natron 135,67 Thl. Salpetersäure. Auf dieselbe Weise läßt sich die erforderliche Menge Salpetersäure für die 71 Thl. Kalk suchen.

Da dieses sogenannte Neutralitätsgesetz sich aber nicht allein auf das erwähnte Beispiel, sondern überhaupt auf sämtliche Basen und Säuren bezieht, so kann man im Allgemeinen sagen, wie sich die Basen A und B zu einer Säure C verhalten, so verhalten sich auch A und B zu einer Säure D, E oder F. Eben-
dasselbe gilt auch für die Säuren, welche im Stande sind, eine andere Säure zu gleichen Quantitäten zu sättigen.

Richter zeigte in Folge dieses Gesetzes, daß auf diese Weise sehr leicht die Zusammensetzung der neutralen Salze ermittelt werden könne. Indessen wurden die praktischen Arbeiten der beiden genannten Männer nicht gehörig beachtet und gewürdigt, um so weniger, da durch die erzielten Resultate eine Ungenauigkeit hervorgerufen wurde; — darüber weiter unten noch Einiges! — Jedenfalls haben die Genannten und vorzugsweise Richter, durch ihre Untersuchungen die Aufstellung einer Atomentheorie vorbereitet. Im Jahre 1801 machte sich Proust um die Erweiterung der stöchiometrischen Lehre verdient, indem er nachwies, daß sämtliche Körper in bestimmten Verhältnissen mit einander chemisch verbunden sind (S. Thl. I. S. 158 u. f. f.); namentlich aber waren es Dalton und Berzelius, welche 1808 diese Erweiterung befestigten; Ersterer durch sein Gesetz der Multiplen und dadurch, daß er die Entdeckung machte, daß das Atomgewicht einer Verbindung durch die Summe der Atomgewichte ihrer Bestandtheile gegeben ist. Dalton stellte zuerst eine Atomentheorie, mit Anwendung auf diese so sehr verschiedenartigen Verbindungen auf, und nach dieser sind zwar alle Körper bis zu einer Grenze theilbar; darüber hinaus findet keine weitere Theilbarkeit Statt. Die letzten Producte der so weit als möglich fortgesetzten Theilung sind Atome, für denselben Körper stets von gleichem Gewicht und gleicher Größe. — Die Atome von verschiedenen einfachen Körpern sind verschieden schwer, wahrscheinlich auch verschieden groß und jedes Atom ist mit einer Wärmeatmosphäre umgeben. Die (zusammengesetzten) Atome einer Verbindung stehen weiter von einander, als die in einem Atome der Verbindung enthaltenen einfachen Atome unter sich entfernt sind. — Die chemische

Analysis oder Synthesis ist nichts weiter als Trennung der durch Aneinanderlagern vereinigten Atome verschiedener Körper, oder Wiedervereinigung derselben. Die Mengen der in einem zusammengesetzten Atome enthaltenen Elementar-Atome stehen in einem einfachen Verhältnisse zu einander.

Sobald zwei Elemente nun in innigem Verhältniß mit einander verbunden sind, kann angenommen werden, daß sich das eine Atom des einen Bestandtheils mit einem Atom des anderen verbunden hat, und die Gewichtsmengen, in denen sie sich vereinigen, liefern die relativen Gewichte der Atome der Elemente; verbinden sich aber zwei Elemente in verschiedenen Verhältnissen, so müssen sie in den Verbindungen wie 1: 1, 1: 2, 2: 1, 1: 3, 3: 1 enthalten sein u. s. f. — Nach Dalton können die so gebildeten Verbindungen sich wieder unter einander vereinigen, und zwar nach denselben Gesetzen, nach welchen die einfachen Atome mit einander sich verbinden. — Das Gewicht eines Atoms einer Verbindung ist durch die Summe der Gewichte der darin enthaltenen einfachen Atome bestimmt.

Diesen ausgesprochenen Ansichten zufolge, war also Dalton der Erste, welcher die relativen Gewichte der Atome (einfacher und zusammengesetzter Körper) so wie auch die Anzahl der einfachen Atome, welche ein zusammengesetztes bilden, zu bestimmen suchte; der Erste also, welcher die Gesetze der einfachen und multiplen Proportionen erkannte.

Während Proust seine Bestimmungen stets auf Procente bezog, d. h. wie viel der Bestandtheile in 100 Gewichtstheilen der Verbindung enthalten ist, und auf diese empirische Weise, z. B. die Resultate erzielte, daß in 100 Th. Kupferoxyd 80 Th. Metall und 20 Thl. Sauerstoff, im Zinnoxid 78,4 Th. Metall und 21,5 Th. Sauerstoff u. s. w. enthalten sind, suchte Dalton das relative Atomgewicht verschiedener Körper, indem er den Wasserstoff als Einheit (Wasserstoff = 1) annahm, zu bestimmen und theilte dem Thomson schon 1804 nachstehende kleine Tabelle mit:

Wasserstoff = 1

Kohlenstoff = 5

Stickstoff = 5

Sauerstoff = 6,5

Die Grundsätze, nach denen Dalton bei seinen Bestimmungen für die atomistische Constitution verfuhr, waren indessen nicht ganz richtig; denn er ging z. B. davon aus, daß in Verbindungen von Bestandtheilen, welche nur in einem einzigen Verhältniß sich vereinigen, gleich viel Atome beider Bestandtheile anzunehmen seien, ferner, daß in neutralen Salzen gleichviel Atome Säure und Basis enthalten sind, ein Grundsatz, welcher länger haltbar war.

Uebrigens muß Dalton immerhin als der Gründer der Lehre von den einfachen und zusammengesetzten Atomen, oder vielmehr als der Gründer der sog. Atomentheorie in einem chemischen Sinne betrachtet werden und gebührt ihm in sofern ein großes Verdienst; sprach er zunächst die Ansicht, daß alle Atomgewichte Multiplen seien, nicht aus, so hat er doch später im Jahre 1808

eine Tabelle herausgegeben, in welcher alle Atomgewichte als ganze Zahlen und Multiplen (des Wasserstoffes) dastehen. Der Engländer Proust suchte später zu beweisen, daß das Atomgewicht des Wasserstoffes ein Submultiplum der Atomgewichte aller übrigen sei, und es wurde diese Ansicht auch von anderen englischen Chemikern, namentlich von Thomson vertheidigt, aber die Versuchsmethoden waren unsicher, so daß Berzelius dagegen auftrat.

Der berühmte Berzelius suchte nun durch das Experiment zu entscheiden; auch wurden seine Bemühungen mit günstigem Erfolge gekrönt, und besonders dadurch erwarb er sich große Vorbeeren in der Wissenschaft, daß er auf das Fundament der Stöchiometrie und die damit zusammenhängende Atomtheorie ein starkes haltbares Gebäude baute.

Vor Allem war das von Berzelius aufgestellte Gesetz über die Sättigungscapacität der Säuren, welches folgendermaßen lautet, von gewichtiger Bedeutung: „ein und dieselbe Quantität einer Säure bedarf zur Sättigung der verschiedenen Basen soviel, daß die Menge des Sauerstoffes in allen sich gleich ist.“

Die Sauerstoffmenge der Basis steht daher zu der Säure in einem einfachen Verhältniß, und dieses läßt sich auch so ausdrücken: „die Säure A steht bei gleicher Quantität in demselben Verhältniß zu der Basis B und M wie zu der Säure N.“

Diesem Gesetze zufolge hat Berzelius den Zahlenausdruck der Sauerstoff-Quantität der Basis, welche im Stande ist, 100 Thl. Säure zu sättigen, die Sättigungscapacitäten der letztern genannt, z. B. 100 Thl. Schwefelsäure neutralisiren eine jede Basis, welche 19,95 Sauerstoff enthält und daher ist dieser Zahlenausdruck als die Sättigungscapacität der Schwefelsäure anzunehmen, denn 100 Thl. Schwefelsäure verbinden sich mit 118 Thl. Kali zu neutralen schwefelsauren Kali; — 118 Thl. Kali = 98,05 Kalium + 19,95 Sauerstoff; 100 Thl. Schwefelsäure bestehen aus 40,51 Schwefel + 59,85 Sauerstoff (oder vielmehr 40 Schwefel und 60 Sauerstoff); also verhält sich der Sauerstoff der Basis zu dem der Säure wie 1:3, oder vielmehr die Basis enthält 3mal weniger Sauerstoff, als die Säure. Ferner ist z. B. die Sättigungscapacität der Salpetersäure 14,77, d. h. 100 Thl. Salpetersäure verbinden sich mit jeder Basis, welche 14,76 Sauerstoff enthält, zu einem neutralen Salze. 100 Thl. Salpetersäure enthalten nun 26,15 Stickstoff und 73,85 Thl. Sauerstoff, folglich beträgt ihre Sättigungscapacität $\frac{1}{3}$ ihres Sauerstoffgehaltes oder vielmehr der Sauerstoffgehalt der Basis verhält sich zu dem der Säure wie 1:5.

Später förderten Berzelius und mehr Andere, vorzugsweise Dalton und Wollaston, durch die Bestimmung des Atomgewichts oder der Äquivalentzahlen die Begründung der heutigen Stöchiometrie und zwar waren bis zum Jahre 1814 Tabellen für das Atomgewicht der Elemente entworfen, von denen die vollständigsten von Berzelius herrühren, welche jedoch später von ihm selbst und mehr Anderen, z. B. Rose, Marchand u. verbessert wurden.

Ehe jedoch nun noch Einiges über Berzelius Ansichten bezüglich stöchiometrischer Verhältnisse, auch Richter gegenüber, sowie die Atomtheorie, sodann die chemische Verbindung weiter berichtet wird, mag hier zunächst eine Tabelle der von Berzelius aufgeführten relativen Atomgewichtszahlen aufgeführt werden:

Atomgewichtszahlen.

Grundstoffe	nach Berzelius von 1815	nach Berzelius von 1826	nach Berzelius von 1845
Sauerstoff	100	100	100,0
Schwefel	201	201,2	200,75
Selen	—	—	495,285
Stickstoff, Nitricum . .	79,5	(77,0)	87,53
Fluor, (Fluoricum) . .	60	—	117,717
Chlor, (Muriaticum) . .	139,6	(142,6)	221,64; 2 At. = 443,28
Brom	—	—	499,81
Jod	—	—	792,96
Phosphor	167,5	196,2	196,0205
Arsen oder Arsenik . .	839,9	470,0 ($\times 2 = 940,0$)	469,40; 2 At. = 938,80
Chrom	708,1	351,8 ($\times 2 = 703,6$)	328,87
Vanadin	—	—	856,892
Molybdän	601,6	598,5	596,10
Wolfram	2424,2	1183,2 ($\times 2 = 2366,4$)	1188,36
Bor (Boron)	73,3	136,0 ($\times \frac{1}{2} = 68,0$)	136,204
Kohlenstoff	74,9	76,4	75,12
Antimon	1613	806,5 ($\times 2 = 1613,0$)	—
Tellur	806,5	806,5	801,76; 2 At. = 1603,52
Tantal	—	—	1148,365
Niobium	—	—	—
Titan	—	—	301,55
Silicium, (Kiesel) . .	304,3	277,5	277,78
Wasserstoff	6,64	6,24	6,24
Gold	2483,8	1243,0 ($\times 2 = 2486,0$)	1229,165
Osmium	—	—	1242,624
Iridium	—	—	1232,08
Platin	1206,7	1215,2	1232,08
Rhodium	—	—	651,962
Palladium	—	—	665,447
Quecksilber	2531,6	1265,8 ($\times 2 = 2531,6$)	1251,29
Silber	2688,2	1351,6 ($\times 2 = 2703,2$)	1349,66
Kupfer	806,5	395,7 ($\times 2 = 791,4$)	395,60

Atomgewichts-Zahlen.

Grundstoffe	nach Berzelius von 1815	nach Berzelius von 1826	nach Berzelius von 1845
Wismuth	1774	1330,3 ($\times \frac{1}{2}$ 1774)	1330,377
Zinn	1470,6	735,3 ($\times 2 = 1470,6$)	735,294
Blei	2597,4	1294,5 ($\times 2 = 2589,0$)	1294,645
Cadmium	—	—	696,767
Kobalt	732,6	369,0 ($\times 2 = 738,0$)	368,65
Nickel	733,8	369,7 ($\times 2 = 739,4$)	369,33
Eisen	693,6	339,2 ($\times 2 = 678,4$)	350,527
Zink	806,4	403,2 ($\times 2 = 806,4$)	406,591
Mangan	711,6	355,8 ($\times 2 = 711,6$)	344,684
Uran	—	—	742,875
Didym	—	—	—
Cerium	—	—	—
Lanthan	—	—	—
Thorium	—	—	743,86
Zirkonium	—	—	419,728
Aluminium	343	171,2 ($\times 2 = 342,4$)	170,90 oder 2 At. = 341,80
Yttrium	—	—	—
Terbium	—	—	—
Erbium	—	—	—
Beryllium	—	—	87,124
Magnesium	315,5	158,4 ($\times 2 = 316,8$)	158,24
Calcium	510,2	256,0 ($\times 2 = 512,0$)	251,651
Strontium	1118,1	547,3 ($\times 2 = 1094,6$)	345,929
Barium	1709,1	856,9 ($\times 2 = 1713,8$)	855,29
Lithium	—	—	81,66
Natrium	579,3	290,9 ($\times 2 = 581,8$)	289,729
Kalium	978,0	489,9 ($\times 2 = 979,8$)	488,856

Zu dieser Tabelle muß bemerkt werden, daß in den beiden ersten von 1815 und 1826 nicht von Stickstoff, Chlor und Fluor, sondern von Nitricum, Muraticum und Fluoricum die Rede ist; diese waren nach Berzelius' früheren Ansichten hypothetische Körper, welche die betreffenden Säuren, ersterer mit 6 Atomen Sauerstoff die Salpetersäure, der zweite mit 2 Atomen Sauerstoff die hypothetische Salzsäure, und letzterer mit 2 Atomen die Flußsäure bilden; ferner ist hinzuzufügen, daß Berzelius 1815 in der Phosphorsäure 2 Atome Sauerstoff annahm, deshalb sind die späteren Angaben beigefügt worden; weiter unten werden aber auch Zahlen späterer Zeit angeführt werden.

Die Vergleichung der Tabellen von 1845 mit den früheren von 1815 und 1826, überzeugt uns, daß Berzelius zur Zeit schon ziemlich genau analysirt

hat; denn die Zahlen stimmen vielfach näher, ja miteinander überein, wenn auch manche Abänderungen getroffen worden sind, und hierüber belehren uns auch Tabellen späterer Zeit, sowie von Marchand und Rose zusammengestellte Tafeln, letztere mit den betreffenden Namen der die Atomgewichte bekannten Chemiker.

Atomgewichts- oder Äquivalentzahlen.

Sauerstoff = 100:

Elemente	nach Marchand's Tafeln 1847	nach Rose's Handbuch von 1851 mit den betreffenden Namen
Aluminium	170,9	170,9 Berzelius
Antimon	1612,8	1612,903; 1 At. 806,452 Pelouze
Arsenik	937,5	937,500; — 468,750 —
Barium	858,0	856,770 Marignac
Beryllium	87,1	87,124 Berzelius
Blei	1294,6	1294,645 —
Bor	136,2	136,204 —
Brom	1000,0	999,620; 1 At. 499,810 Marignac
Cadmium	696,7	696,767 Stromeyer
Calcium	250,0	251,651 Berzelius
Cer	—	590,800 Marignac
Chlor	443,3	443,280; 1 At. 221,640 Berzelius
Chrom	328,9	335,091 Moberg
Didym	—	620,000 Marignac
Eisen	350,0	350,527 Berzelius
Erbium	—	— —
Fluor	235,4	117,717; 2 At. 235,435 Berzelius
Gold	2458,4	2458,333; 1 At. 1229,165 —
Jod	1586,0	1585,992; 1 At. 792,966 Marignac
Iridium	1232,0	1232,080 Berzelius
Kalium	488,9	489,300 Pelouze
Kiesel	177,9	277,778 Berzelius
Kobalt	368,6	368,650 Rothoff
Kohlenstoff	75,0	75,000 Dumas
Kupfer	396,6	395,600 Berzelius
Lanthan	—	588,000 Marignac
Lithium	81,7	81,660 Berzelius
Magnesium	150,9	154,504 Eranberg
Mangan	344,7	344,684 Berzelius
Molybdän	596,1	574,829 Eranberg und Struve
Natrium	287,2	289,729 Berzelius
Nickel	369,3	369,330 Rothoff
Niobium	—	— —

Atomgewichts- oder Äquivalent-Zahlen.

Sauerstoff = 100:

Elemente	nach Marchand's Tafeln 1847	nach Rose's Handbuch von 1851 mit den betreffenden Namen
Norium	—	—
Osmium	1242,6	1242,624 Berzelius
Palladium	665,4	665,477 —
Pelopium	—	—
Phosphor	400,0	392,041; 1 At. 196,020 Berzelius
Platin	1232,0	1232,080 Berzelius
Quecksilber	1250,0	1251,290 —
Rhodium	652,0	691,962 —
Ruthenium	—	651,962 Claus
Sauerstoff	1000,0	100,000 Berzelius
Schwefel	200,0	200,750 —
Selen	495,3	495,285 —
Silber	1350,0	1349,660 —
Stickstoff	175,0	175,060 Marignac
Strontium	549,0	545,929 Stromeyer
Tantal	1148,4	— —
Tellur	801,8	801,760 Berzelius
Terbium	—	—
Thorium	743,9	743,860 —
Titan	301,6	301,550 Rose
Uran	750,0	742,875 Ebelmen
Vanadin	856,9	856,892 —
Wasserstoff	12,5	6,250; 2 At. 12,500 Dumas
Wismuth	2660,8	2599,950; 1 At. 1299,975 Schneider
Wolfram	1188,4	1150,780 — —
Yttrium	—	—
Zink	406,6	406,591 A. Erdmann
Zinn	735,3	735,294 Berzelius
Zirconium	—	419,728 —

Atomgewichts- oder Äquivalent-Zahlen.

Wasserstoff = 1:

	nach Marchand's Tafeln von 1847	nach Rose's Handbuch 1851
Aluminium	13,67	13,672
Antimon	129,03	129,032
Arsenik	75,00	75,000
Barium	68,64	68,542
Beryllium	6,96	6,970

Blei	103,56	103,572
Bor	10,89	10,896
Brom	80,00	79,970
Cadmium	55,73	55,741
Calcium	20,00	20,132
Cer	—	47,264
Chlor	35,46	35,462
Chrom	26,31	26,807
Didym	—	49,600
Eisen	28,00	28,042
Erbium	—	—
Fluor	18,83	18,834
Gold	196,66	196,666
Jod	126,88	126,879
Iridium	98,56	98,567
Kalium	39,11	39,144
Kiesel	14,23	22,222
Kobalt	29,48	29,492
Kohle	6,00	6,000
Kupfer	31,72	31,648
Lanthan	—	47,040
Lithium	6,53	6,533
Magnesium	12,70	12,360
Mangan	27,57	27,575
Molybdän	47,68	45,986
Natrium	22,97	23,178
Nickel	29,54	29,546
Niobium	—	—
Norium	—	—
Osmium	99,40	99,410
Palladium	53,23	53,238
Pelopium	—	—
Phosphor	32,00	31,363
Platin	98,56	98,566
Quecksilber	100,00	100,103
Rhodium	52,16	52,157
Ruthenium	—	52,157
Schwefel	16,00	16,060
Selen	39,62	39,623
Silber	108,00	107,973
Stickstoff	14,00	14,005
Strontium	43,92	43,674

Tantal	91,87	—
Tellur	64,14	64,141
Terbium	—	—
Thorium	59,51	59,510
Titan	24,12	24,124
Uran	60,00	59,430
Vanadin	68,55	68,551
Wasserstoff	1,00	1,000
Wismuth	212,86	207,996
Wolfram	95,07	92,062
Yttrium	—	—
Zink	32,52	32,527
Zinn	58,82	58,832
Zirkonium	—	33,578
Sauerstoff	8,00	8,000

Äquivalent-Zahlen von 1860.

Sauerstoff = 100:

Aluminium	171	Kupfer	396,6
Antimon	1612,8	Lanthan	588
Arsen	937,5	Lithium	86,2
Barium	858 od. 856,7	Magnesium	150
Beryllium	87,5	Mangan	315
Blei	1294,5	Molybdän	600
Bor	136	Natrium	287,2
Brom	1000	Nickel	369,3
Cadmium	696,8	Niobium	?
Calcium	250	Norium	?
Cerium	590,7	Osmium	1242,6
Chlor	443,3	Palladium	665,4
Chrom	335	Pelopium	?
Didym	600	Phosphor	400
Eisen	350	Platin	1232
Erbium	?	Quecksilber	1250
Fluor	237,5	Rhodium	652,5
Gold	2455	Ruthenium	652
Jod	1586	Sauerstoff	100
Iridium	1232	Schwefel	200
Kalium	490	Selen	500
Kobalt	369	Silber	1350
Kohlenstoffe	75	Kiesel	262,5

Stickstoff	175	Uran	750
Strontium	548	Vanadium	856,9
Tantal	1148,4	Wasserstoff	12,5
Tellur	801,8	Wismuth	2600
Terbium	—	Wolfram	1150
Thorium	743,9	Yttrium	402,3
Titan	312,5		

Wasserstoff = 1:

Aluminium	13,7	Nickel	29,6
Antimon	129	Niobium	?
Arsen	75	Norium	?
Barium	68,6	Osmium	99,6
Beryllium	7	Palladium	53,3
Blei	103,5	Pelopium	?
Bor	10,9	Phosphor	32 (od. 31)
Brom	80	Platin	98,7
Cadmium	56	Quecksilber	100
Calcium	20	Rhodium	52,16
Cerium	47	Ruthenium	52,08
Chlor	35,5	Sauerstoff	8
Chrom	26,7	Schwefel	16
Didym	48	Selen	40
Eisen	28	Silber	108
Erbium	?	Kiesel	21,2
Fluor	19	Stickstoff	14
Gold	197	Strontium	43,8
Jod	127,1	Tantal	184 ?
Iridium	99	Tellur	64,2
Kalium	39,2	Terbium	?
Kobalt	29,5	Thorium	59,6
Kohlenstoff	6	Titan	25
Kupfer	31,7	Uran	60
Lanthan	47	Vanadium	68,6
Lithium	6,9	Wasserstoff	1
Magnesium	12,2	Wismuth	208
Mangan	27,6	Wolfram	92
Molybdän	48	Yttrium	32,2
Natrium	32		

Diese Tabellen der neueren Zeit belehren, verglichen mit den früheren von Berzelius aufgestellten, uns vollends, daß Berzelius mit großer Genauigkeit verfuhr, wenn auch manche Vervollständigung und Vervollkommenung klar am

Tage liegt. Uebrigens leuchtet ein, daß, wenn auch bei diesen relativen Gewichtszahlen es als ganz willkürlich oder gleichgiltig erscheinen möchte, für welchen Körper das Atomgewicht oder Aequivalent = 1 gesetzt wird, die Angaben für das Gewicht eines Atoms sich doch mehrfach ändern, daß z. B. Dalton, in Bezug auf das Atomgewicht des Sauerstoffs, das des Wasserstoffs doppelt so groß setzte, als Berzelius, wie aus nachstehender Vergleichung sich ergibt.

Substanz.	Dalton.	Berzelius.	Verhältniß.
Wasserstoff	1	12,5	12,5
Stickstoff	5	88,5	17,7
Kohlenstoff	5	76,4	15,3
Sauerstoff	7	100,00	14,3
Schwefel	13	201,2	15,5
Kalkerde	20	258,3	12,9
Kalk	23	356,0	15,4
Natron	28	390,9	13,9
Kali	42	589,9	14,0
Strontian	46	647,3	14,1
Baryt	68	956,9	14,1
Eisen	38	339,2	8,9
Zink	56	403,2	7,2
Kupfer	56	395,7	7,1
Blei	95	1294,5	13,6
Silber	100	1351,6	13,5
Platin	100	1233,3	12,3
Quecksilber	167	2531,6	15,1

Die von Dalton hier angeführten Atomgewichtszahlen stammen aus dem von ihm 1808 herausgegebenen Werke: „New System of chemical Philosophy“, in welchem er nach seiner Entdeckung aussprach, daß das Atomgewicht einer Verbindung durch die Summe der Atomgewichte ihrer Bestandtheile ausgedrückt ist.

Die Tabelle zeigt gleichzeitig, daß Dalton Fortschritte gemacht hatte; die Zahlen kommen den später bestimmten schon ein wenig näher, oder wenigstens näher, als die weiter oben angegebenen.

Auffallend muß jedoch erscheinen, daß, wenn wir Berzelius' Tafeln von 1815 mit 1826, so wie mit den spätern vergleichen, bei vielen Metallen das selbe Gewicht für ein Atom angegeben worden ist, welches später für zwei Atome angenommen wird. Hierüber werden uns die Grundsätze, welche für die Ermittlung der Atomgewichte befolgt wurden, genau belehren, und daher ist es erforderlich zur Atomtheorie zurückzukehren, namentlich die Ansichten von Berzelius weiter zu entwickeln. Zuvor jedoch ist auch noch ehe wir die Stöchiometrie verlassen, Wollaston's, Thomson's und auch Richter's (wie früher angedeutet) zu gedenken.

Thomson war es zunächst nach Dalton, welcher eine Tafel der Aequivalentgewichte für 23 Säuren und Basen berechnete und in dem 1810 erschienenen V. Bande seines Werkes „System of chemistry“ veröffentlichte, aber die Tabelle gibt ein Zeugnis davon, wie ungenau damals noch die stöchiometrischen Bestimmungen waren, worüber die weiter unten folgende Vergleichung der Tabelle mit den von Berzelius ermittelten Bestimmungen uns überzeugt.

Ebendasselbe läßt sich von den Zahlen, welche Richter, wie früher erwähnt, in den vorstehenden Neutralitätsreihen für die Säuren, in Bezug auf eine und dieselbe Menge Basis und die verschiedenen Neutralitätsreihen für die Basen, in Bezug auf dieselbe Menge Säure, ermittelte, sagen, worüber eine aus Richter's Angaben von Fischer berechnete Tafel (die erste Tafel der Aequivalentzahlen), im Vergleich mit den von Berzelius berechneten Zahlen weiter unten belehren wird. — Bei dieser Bestimmung ist das Aequivalentgewicht der Schwefelsäure = 1000 angenommen worden.

Nach der Veröffentlichung dieser Tafel von Seiten Fischer's, publicirte Richter selbst (1803) eine vollständigere Tabelle, welche zu jener Zeit noch viele falsche Resultate enthalten mußte, und für welche eine Vergleichung sehr schwer ist, da in derselben von Metallsalzen, als Metallen mit verschiedenen Oxydationsstufen, die Rede ist, so z. B. spricht Richter von einem Kupfersalz und setzte dafür die Zahl 1416 (nach Berzelius 496), von einem Bleisalz = 3592 (nach Berzelius 1394), Silbersalz = 3728 (nach Berzelius 11462). Die Verhältnismengen, in denen sich Kupfer-, Blei- und Silberoxyd äquivalent sind, hatte hiernach Richter ziemlich genau bestimmt; aber die Verhältniszahlen für Kupfersalz = 0,380, für Bleisalz = 0,388, für Silbersalz = 0,389, weichen von der weiter unten aufgeführten Tabelle von Fischer (nach Richter's Angaben) ab, woraus sich ergibt, daß Richter's Angaben in der Beziehung als unrichtig zu betrachten sind, wie viel von einem Alkali oder einer Erde dazu gehört, um ein gewisses Gewicht eines Metalloxyds in einer Verbindung zu ersetzen.

Wallaston, welcher sich wie Dalton, Berzelius und einige Andere (auch später Davy) sehr viel mit der Atomtheorie und der Bestimmung des Atomgewichts beschäftigte, führte zuerst, anstatt des von Dalton gebrachten Ausdrucks: „Atomgewicht“ eines Körpers und der von Davy eingeführten Bezeichnung: „Proportionalzahl“ in demselben Sinne den Ausdruck „Aequivalent“ aus oben angegebenen Gründen ein, wofür später auch vielfach der Davy'schen Benennung entsprechend, von deutschen Chemikern der Name: „Mischungsgewicht“ gebraucht worden ist und noch gegenwärtig vielfach angewendet wird.

Beide Ausdrücke: „Aequivalent und Mischungsgewicht“ sind sehr passend, und werden auch von dem Verfasser stets gebraucht. Der erstere, weil, wie früher schon erklärt worden ist, die Zahlen des früher so bezeichneten Atomgewichts in Folge der Substitutionen der Elemente, Basen und Säuren in ihren Verbindungen, Geschichte der Chemie.

bindungs-Verhältnissen als „gleichwertige“, ohne das stöchiometrische Verhältniß zu stören, auftreten können; der letztere, weil die Zahlen als relative (Sauerstoff = 100 oder Wasserstoff = 1 gerechnet) in der That das Mischungsge wichts-Verhältniß der chemisch mit einander verbundenen Körper angeben. Der Ausdruck „Aequivalent“ fand auch sogleich nach Wallaston's Einführung desselben, selbst bei denjenigen Chemikern, die Dalton's Ansichten über die Proportionen nicht theilten, vielen Anklang.

Wallaston hat aber auch außerdem in der That zur Aenderung der Lehre von den Aequivalenten beigetragen; er beschäftigte sich im Jahre 1813 sehr eifrig mit diesem Gegenstande, um die Aequivalentgewichte, wie er sie auch nannte, zu ermitteln.

Er construirte eine Scala der chemischen Aequivalente, indem er die schon bekannten logarithmischen Rechenstäbe zu chemischen Aequivalentzahlen einrichtete und auf diese Weise ein Mittel kennen lehrte, die Resultate aller vorkommenden Rechnungen mit Aequivalentzahlen ganz mechanisch zu finden. Diese Methode fand Anklang, erlitt Verbesserungen, aber trat, sobald die Atomgewichtszahlen schärfer bestimmt wurden, in den Hintergrund. Abgesehen hiervon hat Wallaston zum Fortschritt beigetragen und seine im Jahre 1814 publicirte Tabelle über die Aequivalentzahlen, war genauer und vollständiger als die Dalton's, von welchem er darin abwich, daß er nicht, wie dieser als Einheit den Wasserstoff, sondern Sauerstoff = 10 annahm.

Diese Tabelle ist aus den besten Bestimmungen jener Zeit, auch zum Theil aus denen Berzelius' hervorgerufen worden und umfaßte die Aequivalentzahlen vieler einfachen Stoffe, so wie auch die einer Reihe von Basen, Säuren und Salzen. — Zur Vergleichung dieser Zahlen mit denen von Berzelius (Sauerstoff = 100) ermittelten, wird weiter unten, beispielsweise, ein Auszug der Tabelle mitgetheilt werden.

Es mögen nun hier überhaupt zunächst die vorausgesagten Tabellen zur Vergleichung folgen:

Tabelle von Fischer, nach Richters Angaben.

Basen und Säuren	Fischer	Berzelius	Verhältniß.
Thonerde	525	214	0,408
Magnesia	615	258	0,420
Kalk	793	356	0,449
Natron	859	391	0,455
Strontian	1329	647	0,487
Kali	1605	590	0,368
Baryt	2222	957	0,431
Kohlensäure . . .	577	276	0,478
Salzsäure	712	343	0,482
Phosphorsäure .	979	446	0,456

Schwefelsäure . .	1000	501	0,501
Salpetersäure . .	1405	677	0,482
Essigsäure	1480	643	0,434

Tabelle von Thomson.

Basen und Säuren	Thomson	Berzelius	Verhältnisse.
Baryt	63	956,9	15,2
Strontian	37,6	647,3	17,2
Kali	38	589,9	15,5
Natron	23,3	390,9	16,7
Kalk	21,8	356,0	16,3
Talkerde	17,6	258,3	14,7
Essigsäure	36	643,2	17,9
Salpetersäure . .	34	677,0	19,9
Schwefelsäure . .	31	501,2	16,2
Phosphorsäure . .	22	446,1	20,3
Kohlensäure . . .	16,5	276,4	17,0

Tabelle nach Wollaston.

Substanz	Wollaston	Berzelius.
Wasserstoff	1,32	12,5
Sauerstoff	10,00	100,0
Kohle	7,54	76,4
Schwefel	20,00	201,2
Phosphor	17,40	196,2
Stickstoff	17,54	177,0
Chlor	44,1	442,6
Kleesäure	47,0	452,8
Natrium	29,1	290,9
Kalium	49,1	489,9
Talkerde	24,6	258,3
Calcium	25,46	256,0
Strontian	63	647,3
Baryt	97	956,9
Eisen	34,5	339,2
Kupfer	40	395,7
Zink	41	403,2
Quecksilber	125,5	1265,8
Blei	129,5	1294,5
Silber	135	1351,6

Zu dieser Tabelle ist zu bemerken, daß Wollaston in der Phosphorsäure auf 1 Aequivalent Phosphor 2 Aequivalent Sauerstoff annahm; die anderen Verbindungen betrachtete er fast so, wie sie in späterer Zeit angesehen wurden.

Kehren wir nun zur Atomentheorie und namentlich zu Berzelius' Ansichten zurück, so wird dadurch auch klar werden, weshalb in den Tabellen desselben zu verschiedenen Zeiten das Gewicht eines Atoms noch für zwei Atome galt.

Es mag hier zuvörderst eingeschaltet werden, daß Gay-Lussac und Alexander von Humboldt im Jahre 1805 ermittelten, daß die Vereinigung des Sauerstoffgases mit Wasserstoffgas zu Wasser, in dem Verhältniß von 1 Volum oder Maßtheil des ersteren zu 2 Volumtheilen des letzteren erfolgt, daß der erstere der beiden Naturforscher ferner die Gasarten: Stickoxydul aus 2 Maß Stickstoffgas und 1 Maß Sauerstoffgas, Stickoxyd aus 2 Maß Stickstoffgas und 2 Maß Sauerstoffgas, die salpetrige Säure aus 2 Maß Stickgas und 4 Maß Sauerstoffgas zusammengesetzt fand; auch darthat, daß das Volumen des Productes einer solchen Verbindung, sobald es gasförmig ist, zu der Summe der Volumina der Bestandtheile in einem einfachen Verhältniß steht, daß es entweder der Summe der Volumina der Bestandtheile gleich, oder $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{2}$ davon ist, wie z. B. im Ammoniak 1 Volumen Stickstoffgas und 3 Volumina Wasserstoffgas (schon nach Berthollet's früheren Versuchen) zu 2 Volumina vereinigt sind u., daß auch ebenderfelbe Chemiker nachwies, daß Schwefelsäure aus einer Verbindung von 1 Volum schwefliger Säure und $\frac{1}{2}$ Volum Sauerstoff entsteht.

Diese von Seiten Gay-Lussac's erkannte Gesetzmäßigkeit, daß, wenn sich ein gasförmiger Bestandtheil in verschiedenen Verhältnissen mit einem andern Gase verbindet, die Mengen des ersteren (dem Maße nach), welche zu derselben Menge (dem Maße nach) der zweiten treten, einfache Multipla sind, wurde von Berzelius für seine Ansichten über die Verbindungs-Verhältnisse, für die Atomentheorie, oder eine Volumtheorie berücksichtigt und benutzt, oder wenigstens seinen Ansichten zu Grund gelegt.

Berzelius betrachtete, wie Dalton, die Materie aus kleinsten Theilchen zusammengesetzt, ohne auf die unendliche Theilbarkeit weiter einzugehen; dachte sich jedoch die kleinsten Theilchen durch mechanische Kräfte als untheilbar; es kann nach ihm, selbstverständlich von Bruchtheilen in der Chemie nicht die Rede sein. Im Jahre 1815 betrachtete Berzelius die Atome aller Elemente noch als sphärisch und alle als gleich groß, aber schon vier Jahre später gestand er zu, daß die Atome der verschiedenen einfachen Stoffe von verschiedener Größe sein können, und suchte diese letztere Annahme mit der verschiedenen Krystallgestalt in Beziehung zu bringen; er war der Ansicht, daß eine chemische Verbindung durch Zusammenlegung von Atomen verschiedener einfachen Stoffe gebildet werde, wodurch ein Aggregat von Atomen, wie durch Aneinanderlegung von Atomen desselben Körpers entsteht; jedoch hielt er dafür, daß Verbindung und Aggregat dadurch von einander verschieden seien, daß im ersteren Falle eine elektrische Entladung der

specifischen Polarität ungleichartiger Atome erfolge, welche zwischen homogenen Atomen nicht stattfinden könne, und daher schreibt sich der Zusammenhang zwischen dem chemischen und elektrischen Prozeß (s. electrochemische Theorie). —

Berzelius waren durch diese Entdeckungen nun vollends Mittel in die Hände gegeben, um die Atomgewichte der einzelnen Körper vollends festzustellen.

Der scharfsinnige, höchst geistreiche Chemiker nahm für die gasförmigen Elemente an: gleiche Volumina derselben enthalten bei gleichem Druck und gleicher Temperatur gleichviel Atome; er bezeichnete diese Art der Betrachtung, wonach bei solchen Gasen ihr Atomgewicht durch ihr specifisches Gewicht ausgedrückt sein muß, als Volum- oder Volumentheorie, und glaubte diese entwickelte Ansicht mit der atomistischen Theorie in Einklang bringen zu können; es mußte darnach, selbstredend, das Atomgewicht des Wasserstoffs (das des Sauerstoffs als gegeben betrachtet) halb so groß sein, wie dieses von Dalton angenommen worden war.

Berzelius sprach in Folge dessen, eine, die Bestimmung der Atomgewichte leitende Ansicht aus, daß in einem aus nur zwei Bestandtheilen zusammengesetzten Atomen sich nothwendig von dem einen die Bestandtheile eines Atoms befinden müssen, so daß er, gestützt, auf das Seitens Gay-Lussac erkannte Gesetz: „daß die Volumina der gasartigen Körper sich in bestimmten einfachen und vielfachen Verhältnissen verbinden“ (resp. daß die gasartigen Körper sich in einfachen Raumverhältnissen mit einander und ebenfalls nach dem Gesetz der multiplen Proportionen verbinden), in Oxydationsstufen, welche in der einen das $1\frac{1}{2}$ fache des Sauerstoffs-Gehalt der andern enthalten, nicht wie 2 : 3, sondern 1 zu 3 annahm, wiewohl er später zugestand, daß 2 : 3 das richtige Atomen-Verhältniß sei; jedoch behielt er die früher gegebenen Bestimmungen bei. Indessen auch andere Naturforscher studirten nicht allein das Atomgewicht der Körper, oder dessen Bestimmung, sondern man vermuthete einen Zusammenhang zwischen dem Atomgewicht und specifischem Gewicht im Gaszustande, nebst anderen physikalischen Eigenschaften; solche Vermuthungen wurden auch mit Erfolg gekrönt, denn Dulong*) und Petit**) entdeckten 1819, daß für die einfachen Körper die specifische Wärme dem Atomgewicht umgekehrt proportional sei und wiesen nach, daß dieses Gesetz für Schwefel und viele Metalle angemessen, sowie aber auch, daß, wenn man in der von Berzelius 1815 aufgestellten Tabelle, das Atomgewicht des

*) Pierre Louis Dulong, geboren 1785 zu Rouen, gestorben 1838 zu Paris, war der Reihe nach Professor der Chemie an der Faculté des sciences, Professor der Physik an der polytechnischen Schule zu Paris, auch von 1820—1839 Studiendirector der letzteren u. s. w.

**) Alexis Therese Petit, geboren 1791 zu Besoul, gestorben 1820 folgeweise Repetent für Analyse und Professor der Physik an der polytechnischen Schule zu Paris, später am Lycée Bonaparte.

Schwefels ungeändert läßt, das Atomgewicht der meisten Metalle auf die Hälfte festzusetzen sei.

Obgleich nun auch Mitscherlich's Entdeckung des Zusammenhangs zwischen der Krystallform und der atomistischen Zusammensetzung (der Isomorphismus von $\zeta\sigma\sigma\varsigma$, gleich und $\eta\mu\omicron\rho\varphi\eta$, die Gestalt) weitere Aufklärung und Stütze bot, so blieben dennoch die Atomgewichte in derselben Weise gebräuchlich, und erst 1826 machten die Entdeckungen des Isomorphismus und der specifischen Wärme ihren abändernden Einfluß auf die Atomgewichts-Zahlen geltend.

Es darf hier indessen zur weiteren Erläuterung nicht unerwähnt bleiben, daß die Volumtheorie für die im gewöhnlichen Zustande gasförmigen Körper, von Seiten Berzelius', auf den dampfförmigen Zustand mancher starren Körper, nicht allein auf den Schwefel, sondern, wie aus den Tabellen ersichtlich ist, auch auf das Antimon, Arsen &c. ausgedehnt wurde, und dadurch sind zunächst viele Mißzustände eingetreten, welche ihren nachtheiligen Einfluß lange behauptet hatten und sogar zu einiger Verwirrung Veranlassung gaben. Man suchte gewisse verschiedene Beziehungen zwischen Aequivalent, Atom und Volumen auf, sprach von Aequivalent-Volumen und Atom-Volumen &c., mancher der angeführten Verbindungs-Verhältnissen der Gase, sowie auch, daß die Volumina und specifischen Gewichte als gleichbedeutend anzusehen seien und nannte die Anzahl der Volum, welche einem Aequivalent entsprechen, Aequivalent-Volumen, wornach z. B. in einem Aequivalent Chlor zwei einfache Volumina enthalten sind, woraus sich nun auch die doppelten Atomgewichtszahlen mancher Körper in den Tabellen erklären.

Indessen kamen häufig Irrungen, wegen der Bezeichnung zwischen Atom und Aequivalent, zwischen Atom und Volumen, vor. — Bei näherer Betrachtung sowie dem über Atomgewicht und Aequivalentgewicht Gesagten zufolge; müssen beide Begriffe identisch sein und sind sie, zum Verständniß, später als solche angenommen worden. — Betrachten wir z. B. auf der einen Seite die Schwefelsäure aus 1 Atom Schwefel und 3 Atomen Sauerstoff bestehend, und, der Erfahrung gemäß, dieselbe Säure als aus 1 Aequivalent Schwefel = 200 und 3 Aequivalenten Sauerstoff = 300 zusammengesetzt, so müssen die Begriffe von 1 Atom und Aequivalent gleichbedeutend sein; außerdem würde man aus einer großen Anzahl von Beispielen ebendenselben Schluß ziehen können. Das Wasser hingegen, welches aus 1 Aequivalent Wasserstoff und 1 Aequivalent Sauerstoff zusammengesetzt ist, wurde früher, in Rücksicht auf das Verbindungs-Verhältniß, dem Maße nach, als aus 2 Atomen Wasserstoff und 1 Atom Sauerstoff bestehend, von manchem Chemiker betrachtet; darnach wird 1 Atom Wasserstoff (Sauerstoff = 100) 6,25 entsprechen, während 1 Aequivalent Wasserstoff = 12,5 gleichkommt.

Die Annahme, daß hier 1 Aequivalent 2 Atomen entsprechen soll, stützt sich darauf, daß das Wasser aus 1 Volumen Sauerstoff und 2 Volumina Wasserstoff zusammengesetzt ist; denn ein Aequivalent Wasserstoff muß einem Aequivalent Sauerstoff gegenüber, in Gasgestalt, 2 Volumina Wasserstoffgas enthalten, wenn näm-

lich 1 Aequivalent Wasserstoffgas einen eben so großen Raum einnimmt, wie ein Aequivalent Sauerstoffgas. Will man hier also ein Gewichtsverhältniß von 1 Aequivalent Sauerstoff und 1 Aequivalent Wasserstoff haben, so muß man 1 Volumen Wasserstoffgas mit $\frac{1}{2}$ Volumen Sauerstoffgas nehmen; denn gleiche Volumina dieser beiden Gase zusammengemischt, würden, dem Gewichtsverhältnisse nach, 2 Aequivalente Sauerstoffgas und 1 Aequivalent Wasserstoffgas enthalten, da das specifische Gewicht des letzteren bedeutend kleiner ist, als das des Sauerstoffgases.

Aus eben demselben Grunde wurde auch z. B. ein Aequivalent Chlor in seinen Verbindungen als Doppelatom angenommen; jedoch kann die Annahme der Doppelatome sich nur auf Gasarten beziehen; bei festen Körpern läßt sie sich nicht genau und consequent durchführen; denn sie beruht nur auf der vermeintlichen Identität der Atome und Volumina, oder vielmehr darauf, daß gleiche Volumina der gasförmigen Körper gleiche Atome enthalten, weshalb man auch wohl den Ausdruck „Atomvolumina“ dafür gebraucht hat, wiewohl, dem früher Gesagten zufolge, auch Aequivalent und Atom als gleichbedeutend angenommen wurden, auch die Ausdrücke „Aequivalentatome und Atomvolumen“ identisch sein müssen. — Indessen ist die Bezeichnung Atomvolumen nicht so passend, wie Aequivalentvolumen, specifisches Volumen oder Molecularvolumen, jener Ausdruck jedoch üblicher.

Es fragt sich nun, ob die Ausdrücke „Aequivalentvolumen und Atomvolumen“ als gleichbedeutend betrachtet werden dürfen, oder in welcher Beziehung dieselben zu einander stehen? Darauf würde zu erwidern sein, daß gleiche Volumina ungleiche Atome enthalten, oder vielmehr, daß die verschiedenen Körper in Gasgestalt ungleiche Anzahl von Atomen enthalten müssen. Sagt man z. B. daß das Wasser aus 1 Atom Wasserstoff und 1 Atom Sauerstoff besteht, so haben wir denselben Fall wie beim Aequivalent; denn es muß natürlich auch hier 1 Atom Wasserstoff einen noch einmal so großen Raum einnehmen, als das Atom Sauerstoff, da ja bekanntlich, wie auch schon erwähnt 2 Volumina Wasserstoffgas mit 1 Volumen Sauerstoffgas sich zu Wasser vereinigen. Immer geben gleiche Volumina Sauerstoff und Schwefeldampf, mit einander vermischt, das Verhältniß von 1 Atom Sauerstoff und 3 Atome Schwefel, weil 1 Atom Sauerstoff denselben Raum einnimmt, welchen 3 Atomen Schwefel in Gasform ausfüllen; um also 1 Atom von jedem der beiden Körper zu haben, müssen wir 1 Volumen Sauerstoffgas und $\frac{1}{3}$ Volumen Schwefeldampf zusammenbringen, d. h. es müssen gleiche Atomvolumina gemischt werden. Hieraus ergibt sich also, daß wenn Aequivalent und Atom, wie in neuerer Zeit ganz üblich geworden und auch am klarsten ist, als gleichbedeutend angenommen werden, auch gleiche Volumina eine ungleiche Atomzahl enthalten.

Man könnte das Wort „Atomvolumen“ auf folgende Weise definiren: „Atomvolumen ist ein Verhältniß-Ausdruck von Zahlen, welcher die Anzahl der Volumina oder die Bruchtheile der Volumina, die einem Atomgewicht entsprechen, angibt.“

Dieser Ausdruck wird, mittelst einer Division des Atomgewichts durch das specifische Gewicht oder Volumgewicht, gefunden, oder vielmehr das Atomvolumen eines Körpers wird durch den Quotienten aus seinem specifischen Gewicht in sein Atomgewicht ausgedrückt.

Diese Bezeichnung der specifischen Gewichte und Atomgewichte hat man jedoch nicht allein bei gasförmigen Körpern zu ermitteln gesucht, sondern Ammermüller, Kopp und Schröder bestreben sich das Verhältniß der specifischen Gewichte fester und flüssiger Körper zu ihren Atomgewichten zu erforschen.

So interessant und förderlich für die atomistische Constitution solche Studien und dadurch erzielten Resultate nun auch gewesen sind, so ist doch, wie erwähnt, in die Praxis dadurch manches Mißverhältniß, bezüglich der verschiedenen Ausdrücke: Atomvolum, Aequivalentvolum, gelegt, und daher sind dieselben in neuerer Zeit mehr in den Hintergrund getreten; dagegen ist durch die angenommene Identität der Bezeichnungen: Aequivalent und Atom, eine große Klarheit erzielt worden, und es wird dadurch die Volumentheorie, in Betreff der Gasarten, in ihrem Verhältniß zu dem Atom- und Aequivalentquantum nicht gestört, wiewohl einfacher und genauer das Gewicht, also die Aequivalentgewichtszahl für die Verbindungsverhältnisse entscheiden läßt, daher man den sehr richtigen Ausdruck Mischungsge-
wicht, als gleichbedeutend mit Aequivalentgewicht vielfach eingeführt hat, indem man unter Mischungsgewichtszahlen eines zusammengesetzten Körpers die Summen des Mischungsgewichts seiner Bestandtheile versteht, wie man ja in ganz gleicher Weise die Atomgewichts- oder Aequivalentgewichtszahl eines zusammengesetzten Körpers als die Summe der betreffenden Zahlen seiner Bestandtheile betrachtet.

Durch die Atomtheorie und die Erkenntniß der stöchiometrischen Gesetze, durch die erkannten Gesetze der bestimmten einfachen und multiplen Proportionen, konnte erst der wahre Charakter einer chemischen Verbindung, das Resultat der Wirkungsäußerung der chemischen Verwandtschaft und elektrochemischen Anziehung erkannt und bestimmt werden, so daß, wie aus dem Bisherigen sich ergibt, von dieser Zeit, also vor dem Beginn der quantitativen Periode, von einer richtigen Auffassung, einem richtigen Begriff chemischer Verbindungen nur in einem beschränkten Sinne die Rede sein konnte.

In dem grauen Alterthum wurde ein jeder durch hervorstechende Eigenschaften charakterisirte Körper als ein eigenthümlicher angesehen, wiewohl, um die Zusammensetzung sich nicht gekümmert wurde. Man hielt, wie uns Geber berichtet, bestimmte Körper für geeignet, um einen eigenthümlichen Körper hervorzubringen, und dadurch sind die alchemistischen Bestrebungen erklärlich; denn die Erscheinungen, welche man im 16. Jahrhundert, bei Fällungen gewisser Körper aus ihren Lösungen durch andere, wahrnahm, wurden meistens in der Weise erklärt, als ob zuvor der ausgeschiedene Körper nicht vorhanden gewesen sei. —

Wenn Geber auch wirklich schon von dem Quecksilber und Schwefel als Bestandtheilen der Metalle spricht, so kann doch dem alchemistischen Zeitalter ein

Begriff von chemischer Verbindung nicht zugeschrieben werden; so sagt z. B. Thomas Norton in seinem *Credo mihi* noch, daß die Metalle in ihren Auflösungen noch unverändert enthalten sind, obgleich man, nach ihm, doch bald der Meinung war, daß die Natur eines Bestandtheils, welcher in eine Verbindung eingeht, ganz vernichtet werde. Uebrigens begann man erst im 17. Jahrhundert in dieser Beziehung etwas klarer zu werden, und es war namentlich van Helmont, welcher zunächst sich dahin aussprach, daß ein Metall, in einer Säure gelöst, nicht von Grund aus zerstört werde, und ein neuer eigenthümlicher Körper sich bilde; er war es auch, welcher eine Wärmeentwicklung bei chemischen Verbindungen wahrnahm. Glauber schritt jedoch schon weiter vor; er faßte, wie Theil I. erwähnt, schon die Zusammensetzung der bekannten Salze richtiger auf, und hat sich vorzugsweise in seinem Werke „*novi furni philosophici*“ darüber ausgesprochen, war schon mit den durch Vereinigung der Salzsäure und Salpetersäure mit fixen und flüchtigen Alkalien entstandenen Salzen vertraut, wie auch daraus sich ergibt, daß er sagt: in dem Salmiak oder *sal armonica* sind zweierlei Salien, nämlich ein *sal acidum commune* und ein *sal volatilis urinae* enthalten.

Derartige Kenntnisse verbreiteten sich immer mehr, denn Männer, wie Sylvius de la Boë und Boyle (s. d. Thl. I.) gewannen schon eine mehr klare Einsicht in die chemischen Verbindungen; Letzterer besonders auch in die Zusammensetzungen der Schwefelverbindungen. Er beobachtete, was Eingeweihte schon wußten, daß die hervorstechendsten Eigenschaften der Bestandtheile binärer Verbindungen verschwinden, und versuchte auch schon die Bestandtheile einer Verbindung zu bestimmen.

Boerhave erkannte, wie aus den Citaten sich ergibt (siehe Verwandtschaftslehre), daß chemische Verbindung nur eine innige Vereinigung zweier Körper sei, und sagt, wie wir aus Früherem wissen, daß das Lösungsmittel, wenn es sich mit dem auflösenden Körper verbindet, die kleinsten Theilchen des letzteren, also seine chemische Eigenthümlichkeit unverändert läßt; spricht aber auch von der Veränderung der Eigenschaften, die unter solchen Umständen eintritt; z. B.: *Illa mutatio vix autem apparet tribuenda verae et propriae mutationi introductae a menstruo in particulas ipsas solutas. Novi equidem principes in chemia autores aliter censere; ipsa tamen res sententiae modo prolatae favet u. s. w.*

Von Boerhave's Zeit an, wurde der Begriff der chemischen Verbindung viel klarer aufgefaßt; man glaubte, besonders von dem Auftauchen der phlogistischen Theorie an, daß eine ausgezeichnete gemeinsame Eigenschaft verschiedener Verbindungen, einem Bestandtheile zugeschrieben werden müßte, und selbst Lavoisier sprach jenen Grundsatz noch aus. — Die Hauptsache drehte sich zur Zeit nur darum, ob eine gewisse Thatsache auf Bildung oder Zersetzung einer Verbindung beruhe, wie das ebenfalls aus Früherem sich ergibt: nämlich ob z. B. bei der Verbrennung ein Verlust des Phlogistons stattfinde und Sauerstoff aufgenommen werde. Indessen mag nicht unerwähnt bleiben, daß man doch in der vorletzten Periode, d. h. in der 3. Hauptperiode (im phlogistischen Zeitalter) schon erkannte, daß die Eigen-

chaften einer Verbindung von den Bestandtheilen wenigstens in der Weise abhängen, daß ein Gehalt von anderen Bestandtheilen andere Eigenschaften hervorbringt, und daß Stahl geltend zu machen suchte, daß jene zwei Verbindungen von verschiedenen Eigenschaften, nicht verschiedene Bestandtheile, sondern dieselben Bestandtheile nur in verschiedenen Mengeverhältnissen sich zu vereinigen brauchen. Indessen von einem richtigen Begriff der chemischen Verbindung, konnte, selbstverständlich, wie schon erwähnt, erst nach Ausbildung und Aufstellung der genannten und entwickelten Lehren die Rede sein, erst dann konnte man von einem eigentlichen umfassenden Charakter sprechen, nämlich, daß sie von anderen mechanischen Verbindungen sich nicht allein dadurch unterscheidet, daß ihre Eigenschaften von denen der Bestandtheile gänzlich verschieden sind, sondern auch, daß diese in einem bestimmten, einfachen oder vielfachen mathematischen Verhältniß mit einander verbunden sind.

Ebenso wenig wie man vor der Zeit der atomistischen Constitution den Charakter der chemischen Verbindung genau kannte, konnte auch von bezeichnenden Formeln und Nomenclaturen, höchstens von symbolischen Zeichen für die chemischen Verbindungen die Rede sein; so hatte man z. B. für die vier Aristotelischen Elemente folgende Zeichen: für Wasser ∇ , für Feuer Δ , für Luft $\triangle$ und Erde ∇ , zu Raymund Lull's Zeiten für die bekannten Metalle die Zeichen für die Himmelskörper, z. B. für Quecksilber ☿ , für Kupfer ♀ , für Eisen ♂ , für Silber ♁ , für Gold ☼ , für Blei ♄ ; ferner seit dem 14. Jahrhundert für Schwefel ⚞ ; nach Geoffroy für Säuren ⚡ , fixes Alkali ⊕ , für flüchtiges Alkali $\text{⊕}\Delta$, für Phlogiston ⚭ , für Salz ⊖ , Weingeist V u. Seitens L. J. Berthollet wurden 1787 schon passendere Zeichen vorgeschlagen, für Sauerstoff O , Stickstoff I , Wasserstoff H , Kupfer C , Blei P , für Wasser H_2O , Kupferoxyd C_2O , u. s. w. Dalton bezeichnete den Wasserstoff durch H , Stickstoff durch N , Sauerstoff durch O , Schwefel durch S , Zink durch Z , Kupfer C , Platin P u. s. w. Verbindungen wie Wasser, durch H_2O , Ammoniak H_3N , u. s. w. Erst durch Berzelius sind für chemische Formeln passende Zeichen eingeführt worden, nämlich z. B. für Kupferoxydul Cu , Kupferoxyd Cu_2O , welche er 1826 änderte, in dem er Cu , Cu , Pb (für Bleioxyd) schrieb, wie ja noch heute diese Zeichen benutzt werden, indem man Sauerstoff-Atome in Punkten über das symbolische Zeichen setzt, z. B. Schwefelsäure H_2SO_4 , während die Schwefelatome durch Kommata über dem symbolischen Zeichen angedeutet werden, z. B. für dreifaches Schwefelkalium K_3S_3 u. s. w. Diese Art der Bezeichnung ist hinreichend bekannt, und es braucht nur erwähnt zu werden, daß man Doppelatome dadurch anzuzeigen pflegte, daß man einen Strich durch das Zeichen zog, z. B. für Thonerde Al , für Aenderthalb-Schwefeleisen Fe_2S_3 u. s. w. — Der spätere und gegenwärtige Ausdruck von Formeln ist bekanntlich weit rationeller, da die symbolischen Zeichen ganz ausgeprägt und die größere Atomzahl, als 1, durch Zahlen daneben gesetzt

wird, z. B. für Thonerde Al_2O_3 , für Underthalf-Schwefeleisen Fe_2S_3 , für Schwefelsäure SO_2 , für Kupferoxydul Cu_2O , für Kupferoxyd CuO , für Bleioxyd PbO , für Schwefelkalium K_2S , für Alaun $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{SO}_3 + 24\text{H}_2\text{O}$ u. s. w. Die symbolischen Zeichen späterer Zeit und auch der Gegenwart sind für die einfachen nicht zerlegten Grundstoffe oder Elemente (siehe weiter unten) folgende:

Für Aluminium	Al	Für Nickel	Ni
" Antimon	Sb	" Niobium	Nb
" Arsen	As	" Norium	Nr
" Barium	Ba	" Osmium	Os
" Beryllium	Be	" Palladium	Pd
" Blei	Pb	" Pelopium	Pl
" Bor	B	" Phosphor	P
" Brom	Br	" Platin	Pt
" Cadmium	Cd	" Quecksilber	Hg
" Calcium	Ca	" Rhodium	R
" Cerium	Ce	" Ruthenium	Ru
" Chlor	Cl	" Sauerstoff	O
" Chrom	Cr	" Schwefel	S
" Didym	D	" Selen	Se
" Eisen	Fe	" Silber	Ag
" Erbium	E	" Silicium (Kiesel)	Si
" Fluor	Fl	" Stickstoff	N
" Gold	Au	" Strontium	Sr
" Jod	J	" Tantal	Ta
" Iridium	Ir	" Tellur	Te
" Kalium	K	" Terbium	Tb
" Kobalt	Co	" Thorium	Th
" Kohlenstoff	C	" Titan	Ti
" Kupfer	Cu	" Uran	U
" Lanthan	La	" Vanadium	V
" Lithium	Li	" Wasserstoff	H
" Magnesium	Mg	" Wismuth	Bi
" Mangan	Mn	" Wolfram	W
" Molybdän	Mo	" Yttrium	Y
" Natrium	Na		

Von Cäsium, Rubidium, Indium &c. kann hier nicht die Rede sein.

Daß endlich vor dem quantitativen Zeitalter nicht von einer wissenschaftlich-rationellen Nomenclatur die Rede sein konnte, ist ebenfalls leicht einleuchtend, denn die Ausdrücke *sal armoniacum*, *oleum arsenici*, *spiritus fumans*, *sal tartar*,

butyrum antimonii, sal mirabile Glauberi, Arcanum duplicatum sind nur alte empirische Namen, welche uns die Zusammensetzung, wie es bei der späteren Nomenclatur der Fall ist, nicht rationell angeben; denn z. B. die heutige Formel für Glaubersalz oder schwefelsaures Natron giebt uns bekanntlich durch die Zeichen $\text{NaO}, \text{SO}_3 + 10 \text{HO}$, gleich die Bestandtheile des Salzes an, wie jedem Chemiker hinreichend bekannt ist, weshalb eine Aufzählung von Beispielen als überflüssig erscheinen dürfte.

III. Entwicklungs-Periode der Kenntniß der Salze, Basen und Säuren.

Die Begriffe von Säuren und Basen, sowie auch von den Salzen haben sich erst spät entwickelt und in wenigen Epochen der Chemie zeigt sich eine Aufeinanderfolge so entgegengesetzter Ansichten, als in denen über Säuren, Alkali und Salz. — Die Eintheilung dieser Körper, die Feststellung der Merkmale einer jeden Classe, die Frage nach der Entstehung derselben, die Erforschung der Ursachen, auf welche die auszeichnenden Eigenschaften jeder Classe beruhen, beschäftigte die Chemiker außerordentlich und lange Zeit hindurch; aber dennoch ist man erst spät zu klaren Begriffen gelangt, und namentlich insofern, als man sich nicht zu einigen mußte, welche Körper zu den Salzen und welche zu den Alkalien überhaupt zu den Basen gehörten. Am spätesten unter diesen Körpern lernte man die Säuren als eine eigene große Klasse kennen, während schon zeitig Begriffe über Salze ausgesprochen worden sind.

Als die Chemie einigen Aufschwung nahm, wurde der Begriff „Salz“ der allgemeineren, aus dessen Unterabtheilung man Säuren, Alkalien und die eigentlichen jetzt noch so bezeichneten Salze unterschied.

Der Begriff eines Salzes, wie er sich am frühesten in Beziehung zu chemischen Kenntnissen entwickelte, geht von der Betrachtung des Kochsalzes aus. Der lateinische Name „sal“ soll nach Einigen von einer Eigenschaft des letzteren Körpers entlehnt sein, wie dies bereits von Isidorus (einem Bischöfe) zu Anfang des 7. Jahrhunderts berichtet worden ist; es wird nämlich von *exsilire*, wegen der Eigenschaft des Kochsalzes, im Feuer zu decrepitiren, abgeleitet, wiewohl es richtiger zu sein scheint, das Wort *sal* von *salum* oder *sol*, nach der Ansicht Anderer, weil es aus dem Meere entstehe, oder unter dem Einfluß der Sonne sich bilde, abzuleiten.

Solche Körper, welche mit dem Kochsalz Aehnlichkeit haben, bezeichnete man gleichfalls mit dem Namen des ersteren; mehr indessen weil man ihre wesentliche Verschiedenheit von demselben nicht kannte, als wegen der bewußten Erkenntniß

einer gewissen Analogie; so zählen auch Dioscorides und (nach ihm) Plinius unter den verschiedenen Arten des Salzes eine auf, welche mildes fixes Alkali war. Etwas dem Salze Analoges findet Plinius in dem Alumen, welches von ihm das Salzartige der Erde genannt wurde.

Nach damaligen Begriffen war ein jedes Salz durch Auflöslichkeit charakterisirt und glaubte man außerdem, das jedes Salz das Product einer Auflösung durch Abscheidung des Auflösungsmittels sei; so heißt bei Plinius Lib. 31. Cap. 39: „Sal omnis aut fit, aut gignitur; utrumque pluribus modis, sed causa gemina, coacto humore aut siccito“. Auch von Seiten Gebers wird schon bestimmt behauptet, alles Salzige (oder Alaunartige) werde schon an seiner Auflöslichkeit erkannt*); bei Raym und Lull wird sal als der Niederschlag bezeichnet, welchen der Harngeist mit Weingeist erzeugt.

Bis zu Basilus Valentinus hatte man unter diesem Wort eine Classe von Körpern verstanden, die offenbar analoge Eigenschaften besitzen und für welche auch später wirklich analoge Zusammensetzung gefunden wurde; von dieser Zeit an wurde dieses Wort einem allgemeinen chemischen Princip als Bezeichnung beigelegt; man benannte damit das fixe Unverbrennliche der Körper.

Paracelsus vorzugsweise brachte diese Bezeichnung in Aufnahme; allein wie er auf der einen Seite den Begriff „Salz“ unbestimmter und undeutlicher machte, so erklärte er doch auch wieder richtig einige Körper, welche von seinen nächsten Vorgängern als Salze bezeichnet worden waren, als nicht dahin gehörig. So sprach er namentlich zuerst bestimmt aus, daß der Vitriol und der Alaun Salze seien. Der Begriff des Salzes erweiterte sich indessen bald noch mehr, indem man Säuren darstellen lernte, welche krystallisirt und löslich sind, z. B. die Benzoesäure. Man legte dieser den Namen eines Salzes bei, und gab dadurch Anlaß, daß man später alle ihnen analoge Körper, auch die Mineralsäuren zu den Salzen rechnete.

Agricola nennt die Salze, deren Darstellung im Großen er lehrt, eingedickte Flüssigkeiten. Im 17. Jahrhundert verstand man unter „Salz“ bald das hypothetische Element, bald Körper, welche sich wirklich darstellen lassen.

Boyle bestritt den Begriff „Salz“ zur Bezeichnung eines hypothetischen Elements aller Körper; zur Erkenntniß der Natur der eigentlichen Salze trug er Vieles bei; jedoch die schärfere Begriffsbestimmung, was überhaupt Salz zu nennen sei, wurde durch ihn wenig gefördert. Becher verstand unter Salz das Unverbrennliche, oder vielmehr das Mineralische, so sagt er z. B. in seiner *Physica subterranea*: per salem intelligo omnem terram, lutum, saxum, limum, lapidem etc. Stahl förderte noch weit unbestimmtere Begriffe zu Tage; seine Meinung, daß Säuren, Salze, Erden und Alkalien analoge Stoffe seien und in einander übergeführt werden können, ließ das Wort: „Salz“ zu einer ganz willkürlichen Bezeichnung für jede chemische Verbindung werden. —

Den Begriff des Salzes bestimmte Boerhave 1732; er theilte die Salze

*) S. Summa perfectionis Gebri.

in alkalische, saure und neutrale ein. Unter den letzteren verstand er die aus Säuren und Alkalien entstehenden Producte, jedoch in beschränktem Sinne. — Die krystallisirten Verbindungen eines Metalls mit Säuren erkannte er nicht geradezu als Salze an; die Vitriole namentlich rechnete er zu den Halbmetallen.

Die derartige Auffassung und Beleuchtung blieb längere Zeit die herrschende, und es wurden bald auch die Verbindungen der Metalle mit Säuren den eigentlichen Salzen zugezählt, da ihnen die hauptsächlichsten Kennzeichen derselben, Geschmack und Löslichkeit gleichfalls zukommen. Die letztere Eigenschaft wurde jedoch vorzugsweise auf ein Salz ausgedehnt, oder es wurde vielmehr darnach geurtheilt, ob ein Körper als Salz, oder nicht als solches zu betrachten sei.

Nach Bergman's Ansicht war eine jede Substanz, die auf den Geschmack einen Einfluß ausübt, ein Salz zu nennen, wenn sie sich in weniger als dem Fünfhundertfachen ihres Gewichts von reinem siedenden Wasser löse; Kirwan*) nahm die Löslichkeit in weniger als dem Zweihundertfachen siedenden Wassers, als das Kennzeichen eines Salzes an.

Die Entdeckungen Lavoisiers verursachten indessen eine große Klarheit über den Begriff „Salz“; er brachte die Zuverlässigkeit des Vorschlags hervor, die Benennung „Salz“ auf die Substanzen auszudehnen, welche man schon früher als Mittelsalze oder zusammengesetzte Salze von den sauren und alkalischen Salzen unterschieden hatte, auf die Substanzen, welche aus einer Säure und einer Basis zusammengesetzt sind, und hierzu hatten vorzugsweise die Entdeckungen Lavoisier's über die Säuren Veranlassung gegeben.

Was die Säuren anlangt, so war der Essig die einzige Säure, von welcher die Alten Kenntniß hatten. Den Begriff „sauer“ bezeichneten Griechen und Römer entweder genau mit demselben Wort, wie den Essig, oder mit einem nahe verwandten, nämlich mit *ὄξύς* sauer (— *ὄξύς* Essig). Dioskorides berichtet in chemischer Beziehung nichts darüber, was die Eigenschaften des Essigs als eine Säure charakterisiren könne; bei Plinius findet sich indessen, abgesehen von verschiedenen Stellen (wie z. B. hist. nat. Lib. XIV, Cap. XXIII: „Vitis ipsa quoque manditur, decoctis caulibus summis qui et condiuntur in aceto ac muria“,) daß der Essig auf kalkige Erde gegossen, ein Aufschäumen hervorbringe. Dieses Aufbrausen des Essigs war schon den Israeliten bekannt gewesen; denn den Sprüchen Salomo's ist schon ein Gleichniß entlehnt, und zwar in ähnlichem Sinne, wie noch jetzt der Ausdruck „Aufbrausen“ Gebrauch findet. Es heißt nämlich dort nach Luther's Uebersetzung: „Wer einem bösen Herzen Vieder singt, der ist wie ein zerrissen Kleid im Winter und Essig auf die Kreide“. Auch hatte man schon die auflösende Kraft des Essigs nach Plinius für mancherlei Mineral-Substanzen wahrgenommen, so heißt es unter Anderem in Plin. hist. nat. Liber 23. Cap. 27, von dem Essig (de aceto) scilic. acetum: „Saxa rumpit infusum, quae non ruperit ignis antecedens“. Diese Stelle

*) Ein geborner Irländer, geboren 1735, gestorben 1812 zu Dublin.

sagt also, daß dieser Essig auf Felsarten oder Gestein gegossen, diese aufschließt oder auflöset, eigentlich zerreißt, was Feuer (vorausgehendes) zuvor nicht aufgelöst hat. Uebrigens scheint von der Eigenschaft des Essigs, einige Mineralien aufzulösen, manche übertriebene Vorstellung herzurühren, die man sich im Alterthum von seiner zerstörenden Kraft auf alle Felsarten machte, wovon mehrer fabelhafte Beispiele mitgetheilt worden sind.

Es war demnach schon zur Zeit des Anfangs unserer Zeitrechnung, wie aus dem allgemeinen Theile sich ergibt, von dem Essig, der damals schon gekannten Säure, die Fähigkeit mit gewissen Stoffen ein Aufbrausen zu bewirken, und sich mit gewissen Körpern in Auflösung zu verbinden, bekannt. Diese Merkmale gewannen an Wichtigkeit und wurden zu Kennzeichen einer eigenen großen Klasse von Körpern, als man andere Substanzen darstellen konnte, welchen gleiche Eigenschaften zukamen.

Bei den Arabern zeigte sich indessen eine vermehrte Kenntniß über die Säuren und Geber kennt schon die Bereitung des Scheidewassers, spricht auch etwas undeutlich von der Schwefelsäure. Die Alchemisten des Abendlandes fügten der Lehre von den Säuren neue vorbereitende Arbeiten hinzu; Basilus Valentinus entdeckte die Bereitung der Salzsäure und verbesserte die der Schwefelsäure. Die Kenntniß der organischen Säuren nahm von 1600 an zu, wo Turquet de Mayerne, um 1608 die Benzoësäure, Oswald Croll zu derselben Zeit die Bernsteinsäure kennen lehrte. Auf die Existenz von Säuren des thierischen Organismus lenkten Hiärne's Beobachtungen über die Ameisensäure (s. Thl. I. das dort erwähnte Citat) um 1700 die Aufmerksamkeit der Chemiker. Im 18. Jahrhundert gewann die Kenntniß der Säuren eine Ausdehnung; Stahl zeigte nämlich an dem Vitriolöl und der schwefligen Säure, daß aus einer Säure durch Veränderung ihrer Mischung eine neue Säure entstehen kann. Homberg fügte den bis dahin bekannten mineralischen Säuren 1702 das Sedativsalz hinzu, und die Phosphor- und Kohlenensäure wurden bald als gleichfalls dahin gehörig erkannt; Scheele zeigte endlich, daß es Säuren mit metallischer Grundlage gebe und vermehrte bedeutend die Zahl der bekannten organischen Säuren.

Zuerst erkannte man, wie schon erwähnt, als allgemeine Eigenschaft der Säuren, daß sie kräftige Auflösungsmittel seien, später erst studirte man die anderen, jetzt noch vorzüglich berücksichtigten Kennzeichen, welche entscheiden lassen, ob ein Körper eine Säure ist. Was übrigens die Eintheilung der Säuren betrifft, so ist die Unterscheidung der mineralischen Säuren von den vegetabilischen schon ziemlich lange üblich. Schon Boerhave theilte 1732 die Säuren ein in *acida vegetantia* und *acida fossilia*, indem er zu den ersteren die in Pflanzen fertig gebildet vorkommenden oder auch durch Gährung, durch Erhitzung aus Pflanzentheilen entstehenden Säuren rechnete; zu den letzteren aber die im Mineralreich vorkommenden Säuren zählte, die er zugleich noch dadurch von den vorhergehenden unterscheidet, daß sie zur Auflösung der Metalle geeigneter seien und besonders durch die thierische Lebenskraft nicht verändert würden, was bei den vegetabilischen

Säuren der Fall sei. Thierische Säuren kannte Boerhave noch nicht. Der Ausdruck: „fossile Säuren“ ging bald auf den von „Mineralsäuren“ über. Hellot unterschied indessen schon 1736 die Salzsäure, Salpetersäure und Schwefelsäure als die lösenden Säuren. Diese Eintheilung blieb herrschend bei den Anhängern von Stahl's Schule; so finden sich z. B. (in dem Thl. I. erwähnten Lehrbuch von Juncker) bald als eine eigene Klasse von Säuren, auch die animalischen, als welche man damals besonders die Säure in den Ameisen anführte.

So wie die phlogistische Theorie gestürzt wurde, trat auch eine andere Eintheilungsweise der Säuren ein. Die Zusammensetzung der Säuren wurde nun genauer untersucht, und die Antiphlogistiker unterschieden Säuren mit bekanntem und unbekanntem Radical; die vegetabilischen und animalischen Säuren wurden mit den anorganischen in Beziehung auf das Radical verglichen, und erstere als Säuren mit zusammengesetztem, letztere als Säuren mit einfachem Radical unterschieden.

Die Eintheilung in Sauerstoff- und Wasserstoffsäuren schreibt sich von 1812 her, um welche Zeit die Existenz der letzteren von den meisten Chemikern zugegeben wurde.

Hinsichtlich der Constitution der Säuren hatte wohl Becher zuerst eine hierher gehörige theoretische Ansicht ausgesprochen. Er sprach sich in seiner *Physica subterranea* 1669 für die Säuren aus, daß sie ihre sauren Eigenschaften einer Ursäure verdanken, als deren verschiedenartige Verunreinigungen die verschiedenen Säuren gewissermaßen zu betrachten seien. Becher betrachtete nämlich alle Salze als Mischungen einer elementaren Erde mit Wasser; daraus entstehe nach ihm besonders das Acidum primigenium (s. Thl. I.) oder universale, welches sich mit elementarer Erde noch weiter verbindend, die verschiedenen Säuren hervorbringe. Diese Ursäure scheint er am meisten in der Salzsäure, die aber mit kalkiger Erde verunreinigt sein sollte, gefunden zu haben.

Sylvius de la Boë spricht sich um die Zeit 1660 bis 1670 in verschiedenen Schriften dahin aus, daß alles Aetzende und Scharfe diese Eigenschaften nur von einem Gehalt an Feuermaterie habe, und daß mithin die Säuren, wie die Alkalien Feuer in ihrer Mischung enthalten. — M. Lémery, den Ansichten getreu, welche derselbe über die Ursache der Affinitäts-Erscheinungen hegte, suchte das Gemeinsame der Säuren darin, daß (wie Theil I. erwähnt) ihre Moleküle spitzig sind, und die verschiedenen Wirkungen der verschiedenen Säuren in der verschiedenen Gestalt jener Salze; auch mehrere Andere waren ebenderselben Ansicht.

Stahl's Ansicht über Becher's angenommene Ursäure lautete dahin, daß die Salze aus einer zarten Erde mit Wasser verbunden bestehen, wie er dies in einem besondern Werke ausgesprochen hat. Indessen wurde diese Ansicht von seinen Schülern bündiger zusammengefaßt und es stimmten alle darin überein, daß die Schwefelsäure die einzig für sich selbst wesentlich salzartige Substanz, der einzige salzartige Grundstoff sei, welcher durch seine mit verschiedenen anderen nicht salzartigen Substanzen einzugehenden Verbindungen die unzählbare Menge von weniger einfachen salzartigen Gemischen erzeugen könne.

Unter salzartigen Verbindungen wurden aber in der Stahl'schen Schule vorzugsweise saure verstanden, und obgleich Stahl die Säuren, Alkalien und die Verbindungen aus beiden alle als Salze bezeichnet, so findet er doch in den stärksten Säuren das Musterbild eines Salzes. Außerdem soll aber nach Stahl jene Universal säure, die Schwefelsäure, einzig und allein ein Grundstoff zweiter Ordnung sein, welcher aus der Vereinigung des elementaren Wassers und der elementaren Erde hervorgeht; alle übrigen salzartigen Substanzen aber complicirtere Verbindungen. So galt die Salpetersäure bei den Anhängern Stahl's für eine Primitivsäure, die durch Putrefaction verändert und mit etwas Phlogiston vereinigt sei, die Salzsäure für Primitivsäure, die durch ein mercurialisches Princip verdünnt sei, von welchem letzteren übrigens Stahl selbst sagt, er wünsche, daß die Ursäure, dieser besonders von Becher vertheidigte Grundstoff, eben so gut bestätigt sein möge, als das vermeintliche Phlogiston. So versicherte auch Stahl, er habe die Schwefelsäure in Salpeter- und Salzsäure verwandelt, und aus dieser letzteren die Primitivsäure wieder hergestellt, ohne indeß über seine Versuche Genaueres anzugeben. Diese Theorie über die Ursache der gemeinsamen Eigenschaften der Säuren bleibt bis zu dem Ende des Zeitalters der phlogistischen Theorie die allgemein angenommene. Niemand unter Stahl's Nachfolgern suchte die Ursache der gleichen Eigenschaften der Säuren in dem gemeinsamen Gehalt an einem, an und für sich nicht sauren Stoff, sondern Alle hielten die Erklärung für besser, daß alle Säuren nur Verbindungen einer und derselben Ursäure seien, deren letztere saure Eigenschaften durch die Vereinigung der anderen Substanzen modificirt würden.

Stahl's Ansicht blieb die am meisten herrschende und auch Macquer zeigte sich in seinem Dictionnaire de chimie (s. Thl. I.) als Anhänger der Stahl'schen Theorie.

Lavoisier war der Erste, welcher in die Art und Weise der chemischen Forschung klares Licht hineinbrachte. Er bestrebte sich, bezüglich der Säuren, auf experimentiellem Wege das Gemeinsame in ihrer Zusammensetzung aufzufinden. Ein wenig früher, als Lavoisier, hatte zwar schon Scheele in seiner Abhandlung über Licht und Feuer, im Jahre 1777, in der Feuerluft (dem Sauerstoff) den Ursprung aller Säuren zu finden geglaubt. Seiner Ansicht zufolge, sollte die Feuerluft aus einem zarten Wesen, mit Phlogiston verbunden, bestehen und war es wahrscheinlich, daß alle Säuren ihren Ursprung von der Feuerluft erhielten. Später entwickelte er seine Meinung deutlicher, aber in einer Weise, welche von Lavoisier's Ansichten weit entfernt ist. Nach Scheele besteht die Lebensluft aus salinischer Materie, Wasser und wenig Phlogiston; wird ihr ein Theil des Phlogistons entzogen, so entsteht Luftsäure (Kohlensäure), wird ihr alles Phlogiston entzogen, Salpetersäure. Scheele's Vorstellung entsprach mithin, der in den ersten Jahrzehnten unseres Zeitalters, für wahr gehaltenen Theorie über die Zusammensetzung der Säuren nicht. Erst Lavoisier begründete diese, auf zahlreiche eigene Untersuchungen gestützt und durch gleichzeitige Entdeckungen anderer

Chemiker in seinen Forschungen über diesen Gegenstand begünstigt. Lavoisier hielt seit 1778 den Gehalt an Sauerstoff für etwas allen Säuren Gemeinsames, auch für die Ursache ihrer besonderen Eigenschaften und gab ihm demgemäß den Namen: „Säure-erzeugender Stoff (Oxygène).“ Nach Lavoisier's System wurden, von jener Zeit an, alle Säuren als Sauerstoff-Verbindungen betrachtet, in denen der andere Bestandtheil theils ein darstellbarer, unzerlegbarer, theils ein nicht darstellbarer, wahrscheinlich unzerlegbarer, theils ein nicht darstellbarer, zusammengesetzter Körper sei. — Kurz der Sauerstoff wurde als das säurebildende Princip betrachtet. Indessen schon Berthollet erklärte sich dagegen, daß alle Säuren als sauerstoffhaltige, daß der Gehalt an Sauerstoff als die Ursache der sauren Eigenschaften zu betrachten sei, indem er sich auf seine Untersuchung des Schwefelwasserstoffs und der Blausäure stützte, welche ohne einen Gehalt an Sauerstoff saure Eigenschaften zeigen. Indessen fand sein Widerspruch wenig Beachtung und erst die Arbeiten Gay-Lussac's und Thénard's, 1809, über die Salzsäure, und H. Davy's Untersuchungen, über die Constitution dieses Körpers, führten dahin, daß man auch an die Existenz von Säuren glaubte, welche des Sauerstoffs ermangelten.

Davy stellte zuerst als die wirklich richtige Ansicht über die Constitution des salzsauren Gases auf, daß es nur aus Chlor und Wasserstoff bestehe, und sehr bald mehrten sich die Beweise für die Existenz der sauerstofffreien Säuren. Gay-Lussac's Entdeckung der Jodwasserstoffsäure (1814), seine Bestätigung, daß die Blausäure keinen Sauerstoff (1815) enthalte, wurden die nächsten Stützen der neuen Ansicht über die Säuren, die nicht ohne hartnäckigen Widerstand von Seiten der Anhänger der Lavoisier'schen Theorie in die Wissenschaft eingeführt wurde.

Erst im Jahre 1820, wo Berzelius sich der Davy'schen Theorie anschloß, wurde diese allgemein angenommen, d. h. man erkannte die Existenz zweier verschiedenen Classen von Säuren, sauerstofffreie und sauerstoffhaltige an. Bezüglich der letzteren erkannte man indessen auch an, daß der Sauerstoff nicht als die alleinige Ursache ihrer sauren Eigenschaften gelten kann und namentlich Berzelius machte darauf aufmerksam, daß der Sauerstoff nicht unbedingt als das säuernde Princip zu betrachten sei, sondern daß das Säuerungs-Princip jeder Säure in ihrem mit Sauerstoff verbundenen Radicale liege, daß der Sauerstoff in dieser Beziehung sich vollkommen indifferent verhalte, indem ja seine Verbindungen eben so wohl die stärksten Salzbasen, als die stärksten Säuren seien. Man entfernte sich also jetzt von der Ansicht, daß die Ursachen der gemeinsamen Eigenschaften der Säuren in dem gemeinsamen Gehalt an einem Elementarbestandtheil zu suchen sei.

Eben so wenig, wie nach Berzelius in den Sauerstoffsäuren als die Ursache der gemeinsamen Eigenschaften der Säuren in dem gemeinsamen Gehalt an einem Elementarbestandtheil zu suchen war; eben so wenig, wie Berzelius in den Sauerstoffsäuren den Sauerstoff als diese Ursache anerkannte, hielten andere Chemiker in den wasserstoffhaltigen Säuren den Wasserstoff dafür.

Gay-Lussac erklärte 1815 für wahrscheinlich, daß in der Chlornasserstoffsäure das Chlor, in der Iodwasserstoffsäure das Iod das säuernde Princip sei; meinte aber doch, in der Nomenclatur sei das Gemeinsame zu berücksichtigen, und der Name Wasserstoffsäuren sei für solche Verbindungen beizubehalten.

Auch Davy hielt früher den elektronegativen Bestandtheil einer Säure für den säuernden Theil derselben und sah in dem Wasserstoff der Wasserstoffsäuren die säuerungsfähige Grundlage in dem damit verbundenen Chlor, Iod u. s. w. als secundäres Princip. Bekanntlich stellte er das Chlor neben den Sauerstoff und auf seine Autorität hin, betrachteten viele Chemiker diese beiden Substanzen als Säurebilder; wie der Sauerstoff mit dem Schwefel, so vereinigt sich das Chlor mit dem Wasserstoff zu einer Säure. Später entwickelte Davy seine Ansichten in anderer Weise. In zwei Abhandlungen über die Verbindungen des Iods mit Sauerstoff und über die Zersetzung der chlorsauren Salze durch Säuren, äußerte er sich dahin, daß in dem Iodsäurehydrat die sauren Eigenschaften mit dem Gehalt an Wasserstoff in Verbindung stehen, daß der Wasserstoff in diesem Körper durch Metalle ersetzbar sei.

Dulong betrachtete die sog. Säurehydrate in der Weise, daß er den Wasserstoff als den einen, eine Verbindung als den andern näheren Bestandtheil in ihr annahm. Er betrachtete zuerst ein Säurehydrat als eine binäre Verbindung, welche aus einem Element und einem zusammengesetzten Körper besteht, und die Salze analog als bestehend aus Metall und diesem zusammengesetzten Körper.

Obgleich der Gegensatz der Säuren und Alkalien erst erkannt worden ist, wie die Chemie eine wissenschaftliche wurde, so darf doch nicht unerwähnt bleiben, daß die ersten Mittheilungen über alkalische Substanzen uns von den Israeliten zugekommen sind und diese vorzüglich ihre auflösenden und deshalb reinigenden Eigenschaften betreffen. Asche wurde nämlich von Seiten der Israeliten beim Waschen benutzt und als zu demselben Zwecke angewandt, wird von den israelitischen Schriftstellern eines Stoffes unter dem Wortlaut „niter“ gedacht, welcher das nitrum der Römer, die heutige Soda gewesen zu sein scheint. Unter den Griechen kannte Aristoteles die Bereitung eines salzartigen Körpers durch Auslaugen von Holzasche und Abdampfen, ohne jedoch die besonderen Eigenschaften weiter zu erwähnen. Dioskorides erwähnt vorzugsweise die medicinischen Eigenschaften der Soda, die er unter verschiedenen Namen anführt; auch deutet er auf ihre Fähigkeit hin, Del aufzulösen, ebenso Plinius, welcher auch ihrer Fähigkeit, sich mit Schwefel zu vereinigen, gedenkt und auch anführt, daß sie die Farbe grüner Pflanzen erhöht und zur Glasbereitung anwendbar ist. Bei den Arabern findet sich die Kenntniß, Alkali durch Verkohlung des Weinstens zu gewinnen und der Name „Alkali“, welcher Aschensalz bedeutet, stammt auch von ihnen her, wiewohl Manche die Bezeichnung einer Pflanze dafür deuten wollen, welche zur Potasche-Bereitung vorzüglich angewandt wurde. Ein flüchtiges Laugensalz war übrigens den Alchemisten (wie aus Thl. I. sich ergibt), schon seit dem

13. Jahrhundert bekannt, wiewohl es erst sehr viel später als solches angesehen wurde, welches in die Kategorie der fixen Alkalien gehört. Erst im 17. Jahrhundert wurden beide Arten von Alkalien zusammengestellt.

Seit 1736 wurde das fixe Alkali in mineralisches (Natron) und vegetabilisches (Kali) unterschieden, und die Zahl der fixen Alkalien schien damals hierauf beschränkt bleiben zu sollen. Erst im Jahre 1817 kam zu dem Kali und Natron noch ein drittes feuerbeständiges Alkali, das Lithion hinzu, welches von dem schwedischen Chemiker Arfvedson entdeckt wurde.

Zu den Kennzeichen, welche man zuerst für die Alkalien angab, gehört das Aufbrausen; auch van Helmont erwähnt um das Jahr 1640 das Aufbrausen der Alkalien, wenn dieselben mit Säuren behandelt werden, indem er gleichzeitig von einem spiritus sylvestris spricht. Sylvius de la Boë sagt ferner ausdrücklich 1659 in seiner Disputatio de chyli secretionem, daß das Aufbrausen immer das Zusammentreffen einer Säure mit einem Alkali anzeige. N. Lémery gibt in seinem Cours de chymie den Begriff eines Alkali's (durch die im Thl. I. S. 92 gebrauchte Stelle). Auch Boyle gedenkt 1684 in seinen Memoirs for the natural history of human blood, daß die Laugensalze die Eigenschaften besitzen, mit Säuren aufzubrausen. Uebrigens erkannte man bald als weitere Kennzeichen der Alkalien, daß durch die Verbindung mit Säuren die charakteristischen Eigenschaften der ersteren vernichtet werden, und daß die Säuren zugleich mit verschwinden. So charakterisirt schon van Helmont die Laugensalze: Alkali quidvis omnem aciditatem, quam adtingit, perimit, und sogar das ganze iatrochemische System war auf diese gegenseitige Einwirkung der Säuren basirt. Ferner suchte man als Merkmal anzuführen, daß die Alkalien auf die Pflanzenfarben einwirken. Boyle war indessen der Erste, welcher diese Reaction genauer studirte: er beobachtete die Veränderung der blauen Pflanzenfarben in Grün, mehrerer rothen in Purpur, der gelben in Roth, welche durch die Laugensalze hervorgebracht wird; zugleich auch, daß sie durch Säuren veränderte Pflanzenfarben wieder herstellen.

Die Erkenntniß der Aetzkraft oder Kausticität der Alkalien nahm ihren Anfang bei den Beobachtungen, welche man an dem gebrannten Kalk wahrnahm und zwar schreiben sich diese von der Anwendung des Mörtels zum Mauern her. Schon Dioskorides beschreibt das Brennen des Kalks und erwähnt, daß dieser dadurch eine feurige, heißende, kaustische Wirksamkeit erhält.

Plinius hebt die Erhitzung des gebrannten Kalkes mit Wasser hervor und zu jener Zeit wußte man auch schon die Eigenschaften desselben auf andere alkalische Körper zu übertragen. Auch soll die Vereitung des kaustischen Kalis, mittelst Kalks, z. B. den Arabern und abendländischen Alchemisten schon geläufig gewesen sein. Lange Zeit betrachtete man aber die milden und ätzenden Alkalien als nur wenig von einander verschiedene Substanzen. So sagt z. B. Geber in seiner Schrift de investigatione magisterii, das Sal alkali werde von Einigen aus Soda gemacht, und gibt eine Methode an, krystallisirtes kohlen-saures Natron zu be-

reiten, von Anderen aus Holzasche, und hier gibt er die Vorschrift für die Bereitung des Kalks. Bei Avicenna, in der bezeichneten Ausgabe Dictio VI. Cap. 28, heißt es z. B. de sale alcali: „Sal alcali est herba quae vocatur, Albellui, et extrahunt succum ab ea, et implent foveas, et induratur et efficitur lapis perforatus niger, et vocatur Sosa etc.

Bei Basilus Valentinus findet sich zuerst eine Ansicht, in Beziehung auf die ätzende Eigenschaft des Alkalis angedeutet, und die Vorstellung, welche er sich über diesen Gegenstand machte, schien Jahrhunderte lang den forschenden Chemikern die beste Erklärung abzugeben. In seiner „Wiederholung des großen Steins der uralten Weisen“ sagt er: „das Sal des Weinstens per se figirt (macht die Körper durch Verbindung mit sich feuerbeständig), „sonderlich wenn die Hitze aus dem lebendigen Kalk dazu einverleibt wird; denn sie haben beide zu figiren einen wunderbarlichen Grad.“ Hier tritt schon die Meinung auf, daß es ein besonderer Stoff sei, welcher den Kalk ätzend mache, daß dieser Stoff vom Kalk weg und an das Kali gehe, wenn man Weinstensalz kauftisch mache.

Diese Ansicht blieb lange die herrschende; beim Brennen des Kalks glaubte man, nehme diese Feuermaterie oder etwas Aehnliches in sich auf und gebe diese beim Löschen mit Wasser theilweise, beim Behandeln mit Laugensalz, an dieses letztere vollständig ab.

In dieser Weise meinte van Helmont, der Kalk nehme beim Brennen eine Säure, die Schwefelsäure auf, welche beim Benetzen mit Wasser die Erhitzung verursache. Diese Ansicht wurde aber von einem gewissen Ludovici, 1676, widerlegt, ohne daß derselbe jedoch eine richtigere an deren Stelle setzte.

Auch M. Lémery (s. Cours de Chemie Einleitung und Chap. XI.) leitete ebenso die Schärfung des Kalks durch Kalk vom Uebertragen dieser Feuermaterie auf das erstere ab. Er betrachtete die Feuermaterie als einen materiellen Stoff, welcher Gewicht habe, aber alle Gefäße durchdringen könne. Von seiner Aufnahme solle die Gewichtszunahme bei dem Verkalken der Metalle herrühren. Die Metalkalke sollten nach ihm dem Kalk analog sein, allein in dem ersteren sei die Feuermaterie weit stärker gebunden, als in dem letzteren.

Später suchte man auch einen Unterschied zwischen den Kalkalkalien und den kohlensauren Alkalien festzustellen. Van Helmont hatte nachgewiesen, daß, wenn man kohlensaure Alkalien mit Säuren behandelt, ein Gas frei wird, d. h. eine Effervescenz stattfindet, und man dachte daran, die Effervescenz eines Alkalis der ätzenden Eigenschaft entgegenzusetzen. Man war sogar im Zweifel, ob das aus milden Alkalien mit Säuren sich entwickelnde Gas ganz von den ersteren herrühre.

Black kam durch seine Untersuchungen zu dem Schluß, daß die effervesirenden Erden und Alkalien ein Gas in sich enthalten, welches aus den ersteren durch Hitze austreibbar sei, aber aus den letzteren nicht ausgetrieben werden könne; daß die von diesem Gas befreiten Alkalien und Erden ätzend seien, und daß ihre ätzende Eigenschaft demnach nicht auf einem Gehalt von einem besondern Stoff

beruhe, sondern ihnen ein ganz reiner Zustand eigenthümlich sei und daß sie durch Abscheidung der fixen Luft äzend gemacht werden.

Joh. Friedrich Meyer, zu Osnabrück, sprach sich dahin aus, daß der Kalk bei dem Brennen nichts als Wasser verliere, aber aus den Körpern, deren Verbrennung ihn erhitze, ihm Feuermaterie zutrete und er von der Aufnahme derselben äzend gemacht werde. Nach ihm sollten der milde Kalk und die milden Laugensalze die eigentlichen Alkalien sein und das Aufbrausen mit Säuren ihnen als wesentliche Eigenschaft zukommen. Falls sie mit Säuren nicht aufbrausen, so sollte dieses daher rühren, weil sie schon mit einem säureähnlichen Körper verbunden seien. Da der Kalk nach dem Brennen nicht mehr aufbrause, so müsse ihm ein säureähnlicher Stoff zugetreten sein, oder die Feuermaterie, welche während des Brennens mit ihm sich verbinde, müsse selbst saurer Natur sein.

Ohne jedoch der verschiedenen Ansichten Wiegley's, Girtanner's (aus dem letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts) Erwähnung thun zu wollen, muß angeführt werden, daß die Frage, ob die äzende Eigenschaft neben dem Freisein von fixer Luft auf einem Gehalt von einer besondern Feuermaterie beruhe, unter den Chemikern erst dann allgemein entschieden wurde, als Lavoisier's Verbrennungs-Theorie, und mit ihr Alles, was dieser Gelehrte ausgesprochen und vertheidigt hatte, ohne weitem Widerspruch angenommen wurde. Lavoisier hatte 1774 auch in seinen *Opuscles physiques et chymiques* die Aetzkraft und ihren Gegensatz zu dem Gehalt der Alkalien an fixer Luft behandelt und hier geradezu Black's Ansichten entwickelt. Er trat denselben zwar nicht bei, aber er sprach sie als der Beachtung empfehlenswerth aus.

Von der Zeit an, wo die antiphlogistische Theorie die herrschende wurde, blieb nun auch Black's Theorie des Unterschieds zwischen kaulstischen und nicht-kaulstischen, die allgemein angenommene, und eine besondere Feuermaterie ward zur Erklärung der Aetzkraft nicht mehr nöthig befunden. Ein besondrer Grundstoff, welcher die Aetzkraft bewirkt, wurde dann von den Chemikern nicht mehr angenommen.

Eine andere Streitfrage, welche lange Zeit hindurch beschäftigt hatte, wurde ebenfalls erledigt. Diese betraf die Frage nach der Entstehung der Laugensalze; ob nämlich das aus Holzasche zu gewinnende Alkali in dem Holze schon fertig gebildet sei, oder ob es erst bei der Verbrennung gebildet werde. Gehen wir hierbei ins Alterthum zurück, so muß zunächst angeführt werden, daß Plinius sich dahin aussprach, daß das Laugensalz, welches aus den Natronseen in Macedonien gewonnen wurde, nur der Einwirkung der Sonne seine Entstehung verdanke, da es nur während der Hundstage, zur Zeit der größten Hitze, oben auf dem Wasser aufschwimme. Bei den arabischen Chemikern ist hingegen eine Betrachtung über den Ursprung des Alkalis nicht vorhanden.

Unter den Alchemisten äußert sich Basilus Valentinus in einer Weise, die vermuthen lassen kann, daß er das Alkali als in dem Holz und Weinstein schon existirend angenommen habe, wiewohl sein Ausspruch nicht bestimmt ist,

sondern er nur sagt: im Nebensalz, im Weinstein stecke das Salz, und also nicht ausspricht, daß es erst durch die Verbrennung erzeugt werde.

In derselben Weise äußerten sich die Chemiker des Zeitalters der medicinischen Chemie, so z. B. Paracelsus in seinem *Tractat de sale communi*, Quercetanus in seiner *Pharmacopöea dogmatica* (1615) Beguin in seinem *Tirocinium chemicum* (1608), Libavius in seiner *Alchymia* (1595), Le Fèvre in seinem *Traité de la chymie* (1660) und viele Andere. Urban Hiärne spricht sich in seinen *Actis et tentaminibus chymicis* (1706) bestimmt dahin aus, daß zwar das flüchtige Laugensalz, welches man bei der trocknen Destillation von Gewächsen manchmal erhalte, als erst unter dem Einfluß der Hitze gebildet anzusehen sei, daß aber das fixe Alkali, welches sich aus der Asche der Pflanzen ziehen lasse, in den letzteren schon vor der Verbrennung enthalten gewesen sei.

Tachenius*), Becher und Kunkel sahen ebenfalls jedes fixe Alkali als erst durch Verbrennung hervorgebracht an, wiewohl die hauptsächlichste Stütze dieser Ansicht durch Stahl geliefert wurde. Der Letztere gründete nämlich seinen Beweis vorzüglich auf die angebliche Beobachtung, daß das Extract einer gewissen Menge Holz mehr Alkali nach dem Eindampfen und Verbrennen gebe, als eine gleiche Menge Holz unmittelbar eingeäschert. Stahl erklärte dieses in der Weise, daß in dem Holze die entfernteren Bestandtheile des Laugensalzes, aus denen es durch das Feuer zusammengesetzt werde, zu weit von einander liegen, und bei dem Abbrennen einzeln durch das Feuer verjagt würden, ehe sie sich zu Alkali verbinden könnten; im Extract hingegen lägen diese Theile einander ganz nahe, und würden mithin alle vom Feuer zu Alkali vereinigt. Stahl führt z. B. folgenden Versuch als Grundlage für diese Ansicht an: Man nehme irgend eine Pflanze unter denjenigen, welche sich durch große Ergiebigkeit an feuerfestem Laugensalz auszeichnen. Man trockne sie und ziehe sie mit Weingeist aus, so lange dieser etwas aufnimmt. Das so extrahirte Holz behandle man mit kochendem Wasser; dieses werde bei dem Abdampfen eine Art von Salpeter hinterlassen; jedoch durch Erhitzen des Rückstandes aus diesem Wasser erhalte man kein wahres Laugensalz; denn der Weingeist habe das harzartige Brennbare, welches zu dem Salpeter hinzukommen müsse, ein Alkali mit ihm zu bilden, entfernt; durch die abwechselnde Behandlung mit Weingeist und Wasser habe man die Bestandtheile von einander getrennt, durch deren Vereinigung sonst bei dem Verbrennen das Alkali hervorgebracht werde.

In ähnlicher Weise äußert sich St. J. Geoffroy in einer Abhandlung über die Umwandlung saurer Salze in alkalische, welche die *Mémoires de l'Académie des sciences* (1717) enthalten und beweist seine Ansicht vorzüglich aus einer Beobachtung, wie sich aus Salpeter fixes Alkali durch Verbrennen bilde. Uebrigens wurde eine Anzahl Chemiker, trotz der angestellten Versuche, nicht davon überzeugt.

*) Hippocrates chimicus.

Johann Christian Wiegleb*) suchte nicht allein zu zeigen, daß Alkali schon in den nicht verbrannten Pflanzen vorherrsche, sondern auch, daß in diesen alles Alkali fertig gebildet enthalten sei, welches man durch Verbrennen aus ihnen erhalten kann.

Dieses zu zeigen, war jedoch nothwendig, da eine Art vermittelnder Theorie vertheidigt wurde, die behauptete, daß man durch die Verbrennung der Pflanzen beträchtlich mehr an Laugensalz erhalte, als ursprünglich dagewesen sei. Diese Ansicht gab also das vorherrschende Vorhandensein und die Erzeugung durch das Feuer zu. Macquer läugnete zwar in seinem Dictionnaire de chemie 1778 nicht die Präexistenz von Alkali in den Pflanzen, doch meinte er, wegen der veränderlichen Menge des Laugensalzes, die sich in den unversehrten Vegetabilien nachweisen lasse, sei es wohl nicht als ein wesentlicher Bestandtheil zu betrachten. Daß aber der größte Theil des Laugensalzes erst durch die Verbrennung zusammen- gesetzt und so hervorgebracht werde, beruhe auf vielen Beweisen, die ihm unwider- sprechlich zu sein schienen. Denn wenn man die Pflanzen anders als durch Ver- brennung zerlege, z. B. durch Ausziehen mit Wasser und Abdampfen, so erhalte man kein Alkali, sondern eine Säure (den Weinstein und das Sauerfleesalz, welche damals noch vielfach für Säuren gehalten wurden). Sobald man dem Holze diese Säure durch Destillation oder durch Auslaugen entziehe, gebe es dann bei der Verbrennung viel weniger Alkali, als ohne diese vorausgegangene Operation.

Durch Macquer wurde mehr Licht verbreitet; die Eintheilung der wirk- lichen Alkalien erweiterte sich bald in der Eintheilung der alkalischen Substanzen überhaupt, als man nämlich die Erden genauer untersuchte und für Körper er- kannte, welche mit den Alkalien in eine Kategorie gehören.

Als gemeinsame Kennzeichen der Erden dienten zu Anfang der Entwicklung chemischer Kenntnisse vorzüglich die Feuerbeständigkeit und die Unlöslichkeit im Wasser. Auf letzteres Kennzeichen war man hauptsächlich durch den Umstand aufmerksam geworden, daß man für Erden, welche, wie die Kalkerde, keineswegs unlöslich sind als den reinen Zustand den kohlenfauren ansah. — Feuerbestän- digkeit und Unlöslichkeit im Wasser sind die unterscheidenden Eigenschaften der Körper, welche schon die Alchemisten mit dem gemeinschaftlichen Namen „Erde“ be- zeichneten und sie blieben fortwährend die charakteristischen Merkmale, denen die verschiedenen Chemiker noch verschiedene andere mehr untergeordnete hinzufügten. Den Begriff der Erde bestimmte Boerhave in seinen Elementis chemiae (1732) sehr vollständig, indem er sagte: „Terra est corpus fossile, simplex, durum. friabile, in igne fixum, in igne non fluens, in aqua, alcohole, oleo, aëre dissolvi non potens.“ Die Feuerfestigkeit wurde stets als ein wesentliches Kenn- zeichen der Erden anerkannt und es erregte deshalb vieles Aufsehen, als Marg- graf 1768 eine wahre aber flüchtige Erde durch Destillation des Flußspaths

*) Geboren 1732 zu Laugensalza, Oberlämmerer und Apotheker daselbst.

mit Schwefelsäure erhalten haben wollte; jedoch klärte sich der Irrthum, welcher hier zu Grunde lag, sehr bald auf.

Recht bald wurde übrigens von den Chemikern eingesehen, daß die Annahme einer Primitiverde als den hauptsächlichsten Bestandtheil aller Erdarten dem Studium dieser Körper weniger förderlich sei, als die empirische Aufstellung solcher Erden, welche man nicht weiter zu zerlegen vermag. Schon früh wurden Kiesel-erde und Kalkerde unterschieden, aber lange Zeit hindurch zählte man der letzteren als Abarten alle Erden zu, welche sich mit Säuren verbinden. Bald jedoch wurden verschiedene Erdarten nach allen ihren Reactionen als eigenthümliche erkannt, so z. B. die Alaunerde, welche Marggraf 1754 entdeckte; die Talkerde oder Bittererde, welche von diesem 1760, von Black 1755 als eigenthümlich charakterisirt wurde; die Baryterde, welche Scheele 1774 entdeckte u. s. w. (s. hierüber Thl. I.)

Schon frühzeitig hatte man wahrgenommen, daß verschiedene Erdarten sehr verschiedene chemische Eigenschaften besitzen und daß eine auf die Säuren ganz wirkungslos ist, während andere sich mit ihnen zu Mittelsalzen verbinden und in dieser Hinsicht sich den Alkalien anschließen. Solche Erden nannte man *terrae absorbentes* oder *alkalinae*, und zu den letzteren rechnete z. B. Hoffmann namentlich die Bittererde, als er deren auszeichnende Eigenschaften erkannt hatte.

Die Vertreter der antiphlogistischen Theorie stellten zwar zuerst auch noch die Erden, ohne sie weiter abzutheilen, dem Laugensalz gegenüber, aber schon Fourcroy unterschied 1793 von der Kiesel-erde und Alaunerde als den eigentlichen Erden, die Baryt-, Kalk- und Talkerde als *substances salino terreuses* und Berthollet rechnete 1803 die drei letzteren Körper nebst dem Strontian geradezu unter die Alkalien, indem er zu diesen überhaupt alle Substanzen zählte, welche die Säuren vollständig neutralisiren können. Hiermit war also die Classification erreicht, welche man noch gegenwärtig in Beziehung auf die basischen Substanzen befolgt; man unterschied Alkalien, alkalische und eigentliche Erden. Später wurden natürlich neben diese Substanzen auch die Metalloxyde als basische Körper gestellt, wovon alsbald über die Salze die Rede sein wird.

Was die Constitution der Alkalien betrifft, so sind darüber zuerst gegen das Ende des 17., Jahrhunderts Meinungen ausgesprochen worden. Die Hypothesen, welche von Lémery und Stahl aufgestellt wurden, hielten sich bis zu ungefähr 1770, bei einigen Chemikern jedoch länger. Zu dieser Zeit begann die Meinung vorzuwalten, die Alkalien könnten nicht künstlich erzeugt werden und mit der Annahme dieser Meinung fielen die früheren Ansichten über die Constitution jener Körper; die Alkalien und Erden wurden von den meisten Chemikern, welche die letzten Anhänger der phlogistischen Theorie waren, für einfache Körper, für chemische Elemente gehalten. Die Theilnehmer an der Errichtung der antiphlogistischen Theorie übernahmen von den Anhängern des vorhergehenden Systems die Alkalien und die Erden als unzerlegbare Körper; jedoch in der neueren Theorie zeigte sich für diese Substanzen bald, daß sie mit Wahrscheinlichkeit als zusammengesetzte be-

trachtet werden müssen. Die ihnen analogen Körper, die Metallsalze, wurden als Verbindungen und zwar als sauerstoffhaltige erkannt und schon Lavoisier zog hieraus den Schluß, daß auch die Alkalien und Erden solche Verbindungen seien. — Er meinte (1787) daß die Alkalien und Erden wohl bald aus der Reihe der einfachen Körper austreten würden, wiewohl er nicht angab, in welcher Weise er die Zusammensetzung der ersteren vermuthe. Er sprach 1789 geradezu aus, daß, da in allen Metallsalzen die Säure und die Basis sauerstoffhaltig sei, auch wohl in den Erdsalzen die Basis sauerstoffhaltig sein müsse, und daß die Erden wahrscheinlich Dryde seien, deren Metalle zum Sauerstoff größere Affinität haben, als Kohle und nicht reducirbar seien. Diese Vermuthung Lavoisier's ging demnach zunächst auf die Erden; für diese bestimmte er im Voraus, daß sie Dryde seien. Inzwischen wurden mancherlei Versuche mit verunreinigten Substanzen angestellt, aber die Resultate derselben hatten keine Wirkung auf die Ansichten der Chemiker; jedoch in Folge der vielen verunglückten Versuche wurde man in der Aufstellung der Hypothesen über die Zusammensetzung der Alkalien und Erden vorsichtiger, und die Ansicht, daß sie durch chemische Mittel unzerlegbar seien, schien befestigter, als zuvor. Als aber Davy's Entdeckung, daß sich sowohl Kali, als auch das Natron durch die galvanische Electricität zerlegen lassen, 1807 auftauchte, als man erfuhr, daß das darin enthaltene Metall sich reducirt darstellen lasse, trat eine außerordentliche Ueberraschung ein; Davy's Versuche wurden wiederholt und bestätigt, so daß eine allgemeine Annahme seiner Ansicht, daß die Alkalien darstellbare Dryde seien, nicht ausblieb, wenn auch immerhin Männer wie Gay-Lussac und Thénard eine Zeitlang dagegen anstrebten und behaupteten, daß die radicalen Metalle als Verbindungen der Alkalien mit Wasserstoff betrachtet werden müssen. Die Ansicht über die Zusammensetzung der Alkalien, wie wir sie noch heute hegen, ist demnach von Davy's Versuchen, aus dem Jahre 1807 her zu datiren.

Schon in dem folgenden Jahre fügte er Beweise hinzu, daß auch die Erden die gleiche Constitution haben, daß auch sie Dryde darstellbare Metalle sind. Berzelius und Pontin reducirten zuerst die letzteren 1808 aus Baryt und Kalkerde, wiewohl sie dieselben nun mit Quecksilber amalgamirt darstellten. Davy gelang es gleichfalls 1808 aus den Amalgamen, das metallische Radical des Baryts, des Strontians, des Kalks und der Talkerde zu erhalten.

Berzelius bewirkte ferner die Reduction des Metalls aus der Zirkonerde im Jahre 1824, nachdem er die Doppelverbindung aus diesem Metall mit Fluor vereinigt und mit Fluorkalium entdeckt hatte. Die Reduction der Metalle aus Alaunerde, Beryllerde und Yttererde gelang endlich Wöhler 1827 und 1828, aus den wasserfreien Chlorverbindungen, wiewohl diese Methoden gegenwärtig vervollkommenet sind und man mehrfach glänzende Metalle erhalten hat, während dieselben früher nur in Pulverformen erzielt wurden.

Wir wissen demnach hinreichend, daß gegenwärtig sowohl die Alkalien, als auch die Erden als Dryde von Metallen betrachtet werden müssen, und es ist auch

bekannt genug, daß dieselben eine dem Standpunkte der Wissenschaft angemessene Classification erlitten haben.

Gehen wir nun zu der Entwicklung der Kenntnisse über die eigentlichen Salze über, welche aus Säuren und Basen, (Alkalien, Erden und Metalloxyden) zusammengesetzt sind, so müssen wir zunächst nochmals hervorheben, daß, wie schon erwähnt, der Gegensatz zwischen Säuren und Alkalien schon zu Anfang des 17. Jahrhunderts erkannt und bestimmt ausgesprochen wurde. In welcher Weise freilich dieser Gegensatz stattfindet, darüber waren die Ansichten sehr getheilt. Denn die deutlichere Erkenntniß dieses Gegensatzes zwischen Säuren und Alkalien erhält man erst in der Wahrnehmung, daß er aufgehoben wird, wenn man diese Körper vereinigt, daß die Verbindungen, welche sich daraus ergeben, weder saure noch alkalische Eigenschaften besitzen.

Manche Chemiker betrachteten zwar alle Säuren, Alkalien und eigentlichen Salze als Salze und vermutheten, wie schon früher erwähnt, etwas Gemeinsames in ihnen, so daß man selbst an eine Verwandlung von Säure in Alkali glaubte und mithin diese Substanzen nicht als einander vollkommen fremde ansah; — allein diese Chemiker erkannten doch den Gegensatz zwischen fertig gebildeten Säuren und fertig gebildeten Alkalien, an. Andere Chemiker drückten diesen Gegensatz zwischen Säuren und Alkalien und das Aufheben desselben in den Neutralsalzen in anderer Weise, oft nur bildlich, aus. Sie haben nur mit einander gemein, daß sie alle in den Säuren ein actives, in den Alkalien ein passives Princip erblickten, und die Mittelsalze als indifferente Körper betrachten.

So wird z. B. von den Chemikern des 17. Jahrhunderts das Alkali im Allgemeinen manchmal als Chaos, die Säure als Spiritus impraegnans bezeichnet.

Ferner werden in der Histoire de l'Academie des Sciences für 1700, die theoretischen Folgerungen Homberts aus seinen Versuchen über die Mengen von Alkalien und Erden, die eine bestimmte Menge Säure neutralisiren, folgendermaßen zusammengefaßt: „Si la force des acides consiste à pouvoir dissoudre, celle des alcalis consiste pour ainsi dire à être dissolubles, et plus ils sont, plus ils sont parfait dans leur genre. Die Menge von Säuren, welche gleiche Gewichtsmengen verschiedener Alkalien aufnahmen, als das Maß der activen Kraft dieser Säuren. Die Säuren wurden nach Lémery als spitzige, die Alkalien hingegen als poröse Körper betrachtet (s. Thl. I. und Cours de Chymie); auch nannte man die ersteren corpora implentia, die Alkalien corpora vacua.

Nach Boerhave wurden von einigen früheren Chemikern die ersteren auch corpora masculina, die letzteren feminina und die eigentlichen Salze, welche weder sauren, noch alkalischen Charakter besitzen, hermaphrodita genannt.

Die eigentlichen Salze erhielten indessen passendere Benennungen, als man ihr Verhältniß zu den Alkalien und Säuren genauer erkannte. Van Helmont, bezeichnete im Jahre 1620 ein Mittelsalz sal salsum, im Gegensatze zu sal acidum und sal alcali und ebenso bezeichnete auch Tachenius alle Mittelsalze als salsa und N. Lémery als sels salés. Viel später erst wurde die Bezeichnung Neutral-

salz eingeführt, und dann auch der Ausdruck: „Neutralisiren“ wiewohl jedoch dieser Ausdruck erst in Gebrauch kam, nachdem man die Neutralsalze als *salia neutra* zu bezeichnen begonnen hatte und dieses geschah in der Meinung, die Körper, welche wir gegenwärtig als die eigentlichen Salze betrachten, seien gar keine Salze.

Die Chemiker unterschieden im Jahre 1700 bei der ausgedehnten Anwendung des Begriffs „Salz“ als Unterabtheilungen, nun die entgegengesetzten Substanzen von alkalischem und von saurem Charakter, *salia acida* und *alcalina*; die Mittelsalze sind keins von beiden, also *salia neutra* und diese Bezeichnung wurde bald allgemein, denn z. B. Fr. Hoffmann bedient sich ihrer öfters und nennt z. B. das Bittersalz *sal quoddam neutrum*.

Boerhave faßt das Kochsalz, den Salmiak, den Salpeter, den Borax, als *salia neutra* zusammen. — Zu derselben Zeit begann man auch, die aus der Vereinigung von Säure und Alkali, den *salibus simplicibus*, entstehenden Salze *salia composita* zu nennen.

Stahl bezeichnet ferner auch in seiner Betrachtung von den Salzen, in demselben Sinne das schwefelsaure Kali als ein doppeltes Salz und Kunkel in seinem „Laboratorium“ den Alaun als ein *sal duplicatum*. Auch die Bezeichnung „*salia media*“ stammt aus jenem Zeitraume. Uebrigens waren die Begriffe über *Sal salum*, *medium*, oder *neutrum* längere Zeit ziemlich unklar. Auch rechnete man eine ganze Zeit hindurch zu ihnen alle die Körper, die bei salzartigen Eigenschaften (starken Geschmack und Auflöslichkeit) weder sauren noch alkalischen Charakter haben und die dabei kein Metall enthalten. Die metallhaltigen Salze unterschied man als Vitriole, obgleich schon Geber die aus den Metallen hervorgehenden Salze kannte und als solche bezeichnete.

Später wurden von Seiten der Chemiker alle Vitriole von den Salzen getrennt; der Name für die ersteren scheint gegen das Ende des 12. Jahrhunderts in Aufnahme gekommen zu sein; Albertus Magnus ist der erste Schriftsteller, bei welchem sich die Bezeichnung findet, und zwar zunächst für den Eisenvitriol, dessen er in seiner Schrift „*de rebus metallicis*“ Erwähnung thut.

Plinius sagt von dem in Drusen krystallisirten (Eisen und Kupfer enthaltenden) Vitriol, indem die aus dem Wasser sich ausscheidende Substanz bei ihm *linus*, Schlamm genannt wird: *Adhaerescens linus vitreis animi imaginem quandam uvae reddit. Color est coeruleus, perquam spectabili nitore, vitrumque esse creditur*. Basilius Valentinus nannte jedes krystallisirte Metallsalz Vitriol, den krystallisirten Grünspan, den Bleizucker, das salpetersaure Quecksilber sowohl, als auch den eigentlichen Kupfer- und Eisenvitriol. In seinem „Testament“ sagt er unter Anderem: „Der Vitriol ist den Metallen vor allen anderen befreundet und am nächsten verwandt, wie denn aus allen ein Vitriol oder Kupfer kann gemacht werden.“ Denn Vitriol und Krystall wird als gleichbedeutend betrachtet. Auch Paracelsus unterschied den Vitriol, indem er unter diesem Namen den Kupfer- und Eisenvitriol gleichfalls mit vielen Verwechselungen noch zusammenfaßt,

von dem Alaun, weil der letztere nicht aus einem Metall entstehe, und ähnliche Aeußerungen finden sich auch an einigen anderen Stellen. Lémery definirt den Vitriol als ein *minéral composé d'un sel acide et d'une terre sulfureuse*. Er berücksichtigt mithin den Metallgehalt weniger, aber beachtet dagegen, daß in dem Vitriol etwas Schwefliges enthalten ist, wiewohl er dieses auf die Basis und nicht auf die Säure sich beziehen läßt. — Boerhave nennt im Jahre 1732 ebenfalls alle Metallsalze vitriolische Körper; auch bespricht er die Vitriole nicht unter den Salzen, sondern unter den Halbmetallen.

Van Helmont spricht sich zuerst dahin aus, daß jede Säure durch Vereinigung mit einem entgegengesetzten Körper eine salzige Verbindung gebe. Glauber trennte als Bestandtheil vieler Salze, Säure und Laugensalz, ohne indessen den Begriff eines Salzes wirklich auf diese Zusammensetzung zurückzuführen. Stahl drückt in Beziehung auf die Neutralsalze sich etwas undeutlich aus. Boerhave erkennt es in seinen *Elementis chemiae* nicht als wahrscheinlich an, daß die sogenannten Neutralsalze aus der Vereinigung von Säure und Alkali entstanden seien; er gibt zu, daß sich aus einigen von ihnen eine Säure, aus anderen ein Alkali ziehen lasse; es lasse sich indessen dieses auch als eine Umwandlung durch das Feuer ansehen. Zu den Neutralsalzen rechnet er den Salmiak, den Salpeter, den Borax, u. Dagegen verdanken wir Guillaume François Rouelle, welcher 1703 zu Mathieu geboren war und nachdem er verschiedene ehrenvolle Stellungen eingenommen hatte, 1770 zu Prag starb, die Begründung der neuen Ansichten über den Begriff eines Salzes. Rouelle betrachtete nur die Zusammensetzung, als den Charakter eines Mittelsalzes bestimmend; er sagte sich zuerst von der Ansicht los, daß jedes Salz geschmackreizend und leicht löslich sein müsse. In seiner Abhandlung über die Neutralsalze, welche in den *Memoiren der Pariser Akademie* enthalten ist, räumt er dem Calomel oder Quecksilberchlorür, sowie auch dem Hornblei, einen Platz unter den Neutralsalzen ein. Diese Ansicht fand indessen bei den folgenden Chemikern keinen Anklang und Lavoisier, nebst seiner Schule, war es erst, welcher es allgemein einführte, die Bezeichnung „Mittelsalz“ allen Zusammensetzungen von Säure und Basis, ohne Rücksicht auf Löslichkeit, beizulegen.

Die Mittelsalze wurden, wie schon früher erwähnt, von den sauren und alkalischen Salzen unterschieden. Rouelle sprach in seiner Abhandlung über die Neutralsalze (1754) zuerst aus, daß die Basen sich in verschiedenen Verhältnissen mit Säuren verbinden können.

Er unterschied Neutralsalze mit Ueberschuß an Säure (*sel neutres avec excès ou surabondance d'acide*) als solche, welche mehr von der Säure enthalten, als nöthig ist, um die Basis zum Mittelsalze zu machen. Diese Salze werden nach ihm daran erkannt, daß sie leicht löslich und an der Luft zerfließlich sind, auf Pflanzenfarben wie Säuren reagiren und meistens mit Alkalien aufbrausen; vollkommene oder salzige Neutralsalze (*sels neutres parfaits ou salés*) wo die Basis mit Säure genau gesättigt ist. Diese haben mittelmäßige Auflöslichkeit,

und ihre Lösung reagirt nicht auf die Pflanzenfarben; endlich Neutralsalze mit wenig Säure (*sels neutres, qui ont une très petite quantité d'acide*), die deshalb schwierig oder gar nicht auflöslich seien, wie das Hornsilber. Diese haben insofern den Charakter eines vollkommenen Neutralsalzes, als sie die Pflanzenfarben nicht ändern. Rouelle bemühte sich, besonders zu zeigen, daß in der ersten Klasse von Salzen, den Neutralsalzen mit Ueberschuß an Säure, die überschüssige Säure nicht nur beigemischt, sondern wirklich mit der Basis chemisch verbunden ist. Den Sublimat hält er für ein saures, den Calomel für ein neutrales Salz. Er zeigt ferner, daß die Quantität Säure, welche im Sublimat im Ueberschuß oder mehr sich findet, und im Calomel, beständig ist, und daß man nicht Calomel mit mehr oder weniger überschüssiger Säure oder Sublimat mit noch größerem Gehalt an Salzsäure, als gewöhnlich in ihm enthalten ist, darstellen kann. Er schließt weiter daraus, daß sie in ihm in fester Gehalt enthalten ist, bei der Sublimation sich nicht von ihm trennt und auch nicht bei der Auflösung, sondern daß der Sublimat unverändert wieder heraus krystallisirt.

Nach ihm würden also Sublimat und Calomel chemische Verbindungen des Quecksilbers mit verschiedenen Mengen von Salzsäure sein. Auch führt er als weiteres Beispiel solcher Salze den mineralischen Turpeth (basisch-schwefelsaures Quecksilberoxyd) an; desgleichen das Salz, welches bei der Zersetzung der Auflösung von Quecksilber in Schwefelsäure durch Wasser in Lösung bleibe und krystallisirt erhalten werden könne, die beiden Zersetzungsproducte der sogenannten Spießganzbutter (Chlorantimon) mit Wasser etc.

Rouelle fand in Beaumé einen heftigen Widersacher, welcher mehrere Abhandlungen gegen die von jenem entwickelten Ansichten an der Pariser Akademie las, die in dem Journal de Médecine und der Gazette de Médecine gedruckt wurden. Er behauptete, die von Rouelle angegebene Zerlegung der Spießganzbutter und der salpetersauren Lösung des Wismuths in ein Salz mit Ueberschuß an Säure und in eins mit Ueberschuß an Basis finde nicht Statt; es scheide sich hierbei ein Niederschlag ab, der gar kein Salz sei; denn man könne ihm durch Waschen alle Säure entziehen, die Flüssigkeit, in welcher dieser Niederschlag sich abgeschieden habe, enthalte kein saures Salz, sondern Salz und freie Säure. Auch in dem mit Säure übersättigten vitriolisirten Weinstein sei der Ueberschuß der Säure nicht chemisch gebunden; wenn man vielmehr Vitriolsäure über Sand destillire, so hänge sie diesem an. Bergman, welcher die Ansichten Rouelle's auch vortrug, wandte hierbei eine unterscheidende Nomenclatur an, welche auch später noch eine Zeitlang von manchen Chemikern beibehalten wurde, indem er den bisher mit einander immer synonym gebrauchten Worten: „Neutral- und Mittelsalz“ verschiedene Begriffe unterlegte. Bergman nannte Neutralsalze die Verbindungen aus Säuren und Alkalien, welche die Pflanzenfarben nicht verändern. Mittelsalze nannte er die Verbindungen von Säuren mit Erden und Metallen und unterschied diese in saure, basische und neutrale Mittelsalze.

Indessen Berthollet war es hauptsächlich, welcher zur Annahme der Rou-

elle'schen Eintheilung der Mittelsalze in saure, neutrale und basische sehr kräftig beitrug und den Einwand zu führen suchte, daß in ihnen allen sämtliche Bestandtheile chemisch gebunden sind. Die Zahl der Bestandtheile in den Mittelsalzen deutete man schon 1700 in der Weise an, daß man sie *salia composita*, im Gegensatz zu den einfachen Salzen, den Säuren und Alkalien, nannte. Auch ist schon angeführt worden, daß sich für die zwei Bestandtheile enthaltenden Mittelsalze bereits bei Stahl der Name: „doppelte Salze“ findet. — Die Substanz, welche man als den Typus eines solchen Mittelsalzes lange betrachtete, der vitriolisirten Weinstein, führte in Bezug hierauf auch den Namen „Doppelsalz“ (*arcantum duplicatum*). Dieser Ausdruck hielt sich lange und bei den meisten Chemikern um 1780 bedeutete „Doppelsalz“ was jetzt als einfaches Salz gilt, Bergman spricht auch wiederholt von gemischten Salzen; aber von solchen Mischungen zweier Salze unterschied man später die aus zwei Salzen bestehenden chemischen Verbindungen.

Bergman hatte bereits darauf aufmerksam gemacht, daß die Salze von Bitter- oder Talkerde und einiger Metallsalze die Eigenschaft besitzen, mit Ammoniak zusammengesetzte Salze zu geben, in welchen die Säure und die Basis jener Salze mit Ammoniak verbunden seien. Fourcroy zeigte jedoch 1790, daß mit der Lösung der schwefelsauren Talkerde nur eine bestimmte Menge der Basis durch Ammoniak gefällt werden könne, und daß in der Lösung ein Salz enthalten ist, welches krystallisirt erhalten werden kann und Schwefelsäure, nebst Bittererde und Ammoniak enthält; die erstere gerade in dem Verhältniß, daß ihre Menge die Quantitäten der beiden Basen neutralisirt. Das Vorkommen solcher complicirten Verbindungen wurde bald an dem Alaun bestätigt, in welchem neben der Thonerde ein Alkali als nothwendiger Bestandtheil nachgewiesen wurde.

Solche Salze, welche zusammengesetzte, als die aus einer Säure und einer Basis bestehenden, bisher doppelte genannte sind, nannte man dreifache oder Tripelsalze. Jedoch in der Nomenclatur des antiphlogistischen Systems nannte man die Säuren und Basen nicht mehr einfache Salze, sondern bezeichnete mit dem letzten Ausdruck, was man bisher doppelte Salze genannt hatte, und der Name „Doppelsalz“ wurde nun auf das übertragen, was man bisher als Tripelsalz bezeichnet hatte.

Was die Constitution der Salze anlangt, so scheinen, Plinius' Angaben zufolge, die Alten sich keinen bestimmten Begriff über die Bildung des Salzes gemacht zu haben.

Lémery wußte, daß ein *sel salé* aus der Mischung einer Säure mit einer Basis entsteht; jedoch wirft er noch die Frage auf, weshalb ein so entstandenes *sal salé* salzig ist. Lémery betrachtete ein *sal fossile* oder *gemmae* als das eigentliche Salz, welches dem Küchensalze sehr ähnlich sei; er schien die salzige Beschaffenheit der Salze, als auf einem Gehalte an *sal fossile* beruhend, anzusehen. Uebrigens fand diese Ansicht keine weiteren Anhänger.

Boerhave äußert sich nicht über die Elementarbestandtheile der Salze; nur

sucht er zu zeigen, daß in dem salzartigen Körper, welcher aus irgend einer Substanz und Säure entsteht, diese beiden Stoffe nicht deshalb als Bestandtheile angenommen werden können, weil sie zu der Bildung eines Salzes Anlaß geben.

Dagegen findet sich die Ansicht, die Salze bestehen aus elementarer Erde und Wasser, von dem Ende des 17. Jahrhunderts an, durch ausgezeichnete Chemiker vertreten. An ihr hängt Kunkel in seinen „chemischen Abhandlungen, darin gehandelt wird von den Principiis chymicis“, und vertheidigt sie gegen den Einwurf, welchen man damals bereits daraus gezogen hatte, daß die Mittelsalze im Feuer, nicht in Wasser und Erde sich zerlegen; aber hauptsächlich war es Stahl, welcher diesen Lehren Ansehen verschaffte und dargethan glaubte, daß die Salze aus einer zarten Erde mit Wasser eng verbunden bestehen. Stahl's Ansicht war, daß in allen sauren, neutralen und alkalischen Salzen eine Primitivsäure enthalten sei, welche, wie erwähnt, aus elementarer Erde und Wasser bestehe.

In der nächsten Zeit wurde die Frage über die Constitution der Salze nicht berührt.

Durch Stahl wurde die Ansicht in die Wissenschaft eingeführt, daß in den metallischen Auflösungen und Salzen die Säure einerseits und das regulinische Metall andererseits die näheren Bestandtheile seien.

Lavoisier erkannte in den Metallsalzen und Säuren zusammengesetzte, sauerstoffhaltige Körper und behandelte diesen Gegenstand hauptsächlich in einer Abhandlung „über die Lösung von Metallen in Säuren“, welche in den (1785 publicirten) Memoiren der Pariser Akademie enthalten ist. Er zeigte hier, daß ein Metall stets mit Sauerstoff vermengt sein muß, um sich in einer Säure lösen zu können, und daß das Metall sich bei der Auflösung in Säure entweder auf Kosten des Sauerstoffgehalts des Wassers, oder der Säure selbst, oxydirt.

Zu Anfang des antiphlogistischen Systems hatte man zwei Reihen von Salzen, Verbindungen von Säuren mit zerlegbaren Basen (Metalloryden) und Verbindungen von Säuren mit unzerlegten Basen.

Sowie aber die erweiterte Davy'sche Entdeckung Bestätigung fand, schien es ausgemacht zu sein, daß alle Salze Verbindungen zweier oxydirten Stoffe seien; nur die Ammoniaksalze wurden damals als Ausnahmen betrachtet. Die neuen Forschungen von Gay-Lussac, Thénard, Davy, Dulong u. jedoch, welche über die Constitution der Säuren angestellt wurden und bereits früher erwähnt worden sind, gaben den Ansichten eine andere Richtung.

Berzelius machte große Abtheilungen in der Reihe der Salze und es standen sich die sauerstoffhaltigen und die sauerstofffreien Salze gegenüber; für die ersteren waren damals bereits mehrere Classen, die Chlor-, Jod-, Cyanalze bekannt; eine den Sauerstoffsalzen analoge Classe von Körpern entdeckte Berzelius in den Schwefelsalzen, und ausführlich untersuchte er diesen Gegenstand in einer besonderen Abhandlung über die Schwefelsalze im Jahre 1825.

v. Bonsdorff zeigte im Jahre 1827, daß sich verschiedene Chlormetalle in der Art mit einander vereinigen können, daß sich das eine als eine Säure,

das andere als eine Basis betrachten läßt; so sah er das Quecksilberchlorid als einen säureartigen, das Chlorkalium als einen basisartigen Körper an, durch deren Vereinigung eine salzartige Verbindung entstehe.

Boullay, welcher bald darauf ähnliche Verbindungen zwischen Jodmetallen beschrieb, entwickelte dieselben Ansichten bestimmter und betrachtete gradezu die Verbindung eines sogenannten salzbildenden Körpers mit einem Metall nicht als ein Salz (von Berzelius Haloidsalz genannt), sondern als eine Säure oder eine Basis, und sagte, daß erst durch Zusammentreten zweier solcher Verbindungen ein Salz entstehe. Berzelius unterschied dagegen von den sauerstoffhaltigen und schwefelhaltigen Salzen Haloidsalze, welche aus einem Metall und Chlor oder diesem letzteren ähnlichen Körper bestehen.

Berzelius bezeichnete die Sauerstoffsalze, weil sie den Zünder zwei Male, ein Mal in der Basis und ein Mal in der Säure enthalten, Amphidsalze (von *ἀμφί*, beide, doppelt und *ἰδοῦναι* erscheinen).

Dieser Collectivname würde streng genommen, Doppelsalze bedeuten; jedoch ist die Benennung aus obigem Grunde, weil sowohl in den Säuren, als auch in der Basis ein und dasselbe elektronegative Element enthalten ist, gewählt worden. Der Sauerstoff ist als elektronegatives Element in Sauerstoffsalzen doppelt enthalten, d. h. mit dem Radical der Säure und mit dem Radical der Basis verbunden.

Den Sauerstoffsalzen analog verhalten sich die Schwefelsalze, Selen- und Tellursalze, welche daher ebenfalls zu den Amphidsalzen gezählt werden. — Von der Sättigungscapacität der Säuren und Basen ist schon früher die Rede gewesen und es ist nur noch zu erwähnen, daß, wie in dem vorigen Jahrhundert angebahnt wurde, heute noch basische, neutrale und saure Salze unterschieden werden. Neutrale Salze nennt man solche, in denen Säure und Basis sich das Gleichgewicht halten, während als saure Salze solche betrachtet werden müssen, in denen die Säure vorherrscht und basische Salze diejenigen genannt werden, welche einen Ueberschuß an Basis enthalten. Uebrigens aber verweist der Verfasser auf das unter der Entwicklungsperiode der „atomistischen Theorie“ Gesagte.

Es mag hier nur noch einmal hervorgehoben werden, daß die Sättigungscapacität der verschiedenen Basen und Säuren nicht eine und dieselbe, und daß der Begriff der Neutralität auch nicht unumschränkt festgestellt werden kann, sondern nur annäherungsweise als maßgebend anzunehmen ist. Man kann danach nicht unrichtig sagen, daß diejenigen Salze neutrale genannt werden können, in denen das Sauerstoff-Verhältniß zwischen Säure und Basis den äußerlich neutralsten Verbindungen nahe kommt, oder auch an Säure und Basis von ziemlich gleicher Stärke sind.

Aber dennoch finden wir Ausnahmen hiervon; denn wenn eine Säure mehrere Sättigungsreihen bildet, so ist es oft ganz willkürlich, welche von dieser man als neutrale Verbindung betrachten will, wozu uns namentlich die Phosphorsäure ein Beispiel liefert; denn sie bildet verschiedene Sättigungsreihen, bei denen es ganz willkürlich ist, welche wir als neutrale betrachten wollen.

So viel steht jedoch fest, daß man die Sättigung der Säure und Basis bei den alkalischen und Erdsalzen am vollkommensten findet. (Siehe atomistische Theorie und die Entwicklung der stöchiometrischen Gesetze.)

Diejenigen Salze, welche mehr Säure als die neutralen enthalten, werden, wie mehrfach erwähnt, saure genannt und die Stöchiometrie lehrt uns, daß die Basis zur Säure in einem bestimmten Sauerstoffverhältniß steht; vermehrt sich also die Säure in einem Salze, so wird natürlich der Sauerstoff derselben in einem vervielfachten Verhältniß zu dem der Basis stehen. Ist demnach die Basis mit $1\frac{1}{2}$, 2 oder 4mal so viel Säure verbunden, als im neutralen Salze, so sagt man z. B. anderthalb-kohlensaure oder zweifach-schwefelsaure, vierfach-oxalsaure Salze.

Die sogenannten Amphiddoppelsalze sind nach Berzelius solche, in denen das eine Salz den elektropositiven und das andere den elektronegativen Charakter in sich trägt. Gewöhnlich ist in ihnen eine Säure mit zwei verschiedenen Basen oder eine Base mit zwei verschiedenen Säuren verbunden, wie z. B. Kali-Alaun als ein Doppelsalz betrachtet werden muß, in welchem schwefelsaure Thonerde mit schwefelsaurem Kali verbunden ist.

Eine andere Art von Amphiddoppelsalzen ist noch die, in welchen ein Schwefelsalz mit einem Sauerstoffsalz verbunden ist, wie z. B. das von Rammeisberg entdeckte Kalium sulfantimoniat mit antimonsaurem Kali, sowie das Kalium sulfmolybdat mit salpetersaurem Kali.

Wie schon erwähnt, unterschied Berzelius von den Amphidsalzen noch eine andere Reihe von Salzen, welche er als Haloidsalze bezeichnete, weil dieselben, wenn sie auch in ihrer äußeren Gestalt mit den Salzen übereinstimmen, doch rücksichtlich ihrer Zusammensetzung mit den Amphidsalzen nicht correspondiren, daher denn ihnen der Name Haloidsalze (*ἅλς*, Salz und *εἶδος*, Form, Gestalt) beigelegt worden ist. Sie bestehen aus einem elektropositiven Radical und aus elektronegativen Elementen oder Salzbildern (*Corpora halogenia*), dem Chlor, Brom, Jod, Fluor, Cyan u. s. w., wie schon früher erwähnt worden ist. Sie entstehen eines Theils durch directe Vereinigung der beiden Elemente, wie z. B. das Chlornatrium (Kochsalz), durch Erhitzen des Natriums in Chlorgas, erhalten werden kann und dadurch, daß Metalloxyde mit Salzbildern in Berührung gebracht werden, welche eine größere Affinität zum Metall haben, als der Sauerstoff. Vorzugsweise werden sie aber erzeugt, wenn eine Wasserstoffsäure mit einem basischen Oxyde zusammen kommt; es bildet sich dann ein Haloidsalz, indem die Salzbilder der Wasserstoffsäure mit dem Radical des basischen Oxydes sich vereinigt und durch Vereinigung des Wasserstoffs mit dem Wasser gebildet wird. Früher hielt man sie für wirkliche Salze, indem man glaubte, daß die Wasserstoffsäure sich wirklich, als solche, mit den Oxyden vereinige, weshalb man auch z. B. das Chlornatrium, salzsaures Natron nannte; als man aber zu der Ueberzeugung gelangte, daß in diesen Salzen weder Sauerstoff noch Wasserstoff enthalten sei, wurde man eines Bessern belehrt.

Manche Chemiker, z. B. wie erwähnt, Bunsdorff, suchten indessen zu beweisen, daß, nachdem man nur zwei Elemente in ihnen erkannt hatte und sie keinen Sauerstoff enthalten, die einfachen Haloidsalze der elektropositiven Metalle gar nicht als neutrale Salze betrachtet werden könnten, sondern daß sie wenigstens nach dem Glühen alkalisch reagirten und als Basen zu betrachten seien, und dagegen Haloidsalze von weniger stark elektropositiven Metallen, welche nach dem Glühen sauer reagiren, als Säuren betrachtet werden müßten. Demnach würden Chlornatrium, Chlorkalium, Chlorkalium als Basen, und Chloreisen als Säure zu betrachten sein. Die Säuren seien nach jener Ansicht, natürlich im Stande, sich mit jenen Basen zu Salzen zu vereinigen, so daß demnach, wie schon oben angedeutet, die Verbindung solcher zweier Verbindungen als Salze betrachtet werden könnten.

Soweit mag die Entwicklung der allgemeinen Betrachtungen sich erstrecken, woraus wenigstens ersichtlich ist, wie verschiedenartig die Ansichten waren.

Die theoretischen Betrachtungen erscheinen uns oft auffallend, obgleich wir über viele Probleme auch noch nicht im Klaren sind; keineswegs dürfen wir aber den empirischen Forschungen der früheren Zeit eine Mißachtung bieten; denn eine gelungene empirische Arbeit gibt über etwas vorher noch nicht Bekanntes Aufschluß, oder sie berichtigt einen Irrthum oder bestätigt eine Wahrheit, so daß sie in allen solchen Fällen als nützlich betrachtet werden muß.

II. Abschnitt.

Geschichte der einzelnen Stoffe, deren Verbindungen und der damit verbundenen chemischen Operationen.

I. Entwicklung der Kenntniß der chemischen Operationen.

Obgleich der allgemeine Theil über die Kenntniß der chemischen Operationen in den verschiedenen Perioden schon belehrt, so mag doch, da man schon früh erkannte, daß das Experiment mit den in der Natur vorkommenden Substanzen allein zur sicheren Kenntniß führt, ein kurzer Ueberblick über die vorzeitliche Kenntniß der chemischen Operationen vor dem Eingange zu den Elementen und deren Verbindungen hier nicht unterlassen bleiben.

Bei einem Blick in dieser Beziehung, auf das graue Alterthum zurück, sehen wir, daß schon das Feuer vor vielen Jahrhunderten als wichtigstes Agens zur Ausführung gewisser Prozesse benutzt wurde. Ja besondere Ofen wurden schon um das Jahr 1500 v. Chr. Geb. construirt, um durch das Feuer mancherlei Producte zu erzielen. So gedenkt Moses schon der Eisenschmelzöfen und in den Büchern des alten Testaments ist sehr häufig von Ziegelöfen die Rede.

Plinius, welcher, wie bereits erwähnt, im ersten Jahrhundert unserer Zeitrechnung lebte, redet in seiner *Histor. natur.* (s. Thl. I. und Plinius Lib. 33. etc. etc.), von der Mannichfaltigkeit der zu metallurgischen Zwecken benutzten Ofen, wie wohl er keine derselben beschrieben hat. Zosimos (s. S. 22) hat schon ein Werk: „περὶ ὀρυζάνων καὶ καμίνων“ oder vielmehr über die Einrichtung von Schmelzöfen geschrieben. Geber*) spricht in seinem: „Liber fornacum“, Cap. 2—6; von Ofen zum Calciniren, zum Destilliren und zum Schmelzen. Aber besonders waren es die Abendländer, welche im 13. Jahrhundert von den Arabern mit den chemischen Kenntnissen auch eine besondere Neigung für phro-

*) S. das mehrfach citirte Opus: „Art. chem. princip. Avicenna atque Geber“ (1572) etc. Cap. 2—6. p. 737 u. f. f.

chemische Versuche übernahmen, und, in Folge derselben die damals üblichen Ofen zu verbessern sich bestreben. So soll z. B. bei ihnen der Athanor (von *ἀθάνατος* unsterblich, immerwährend), dessen Brennmaterial sich stets von selbst aus einem größeren Vorrath ergänzt, in allgemeinerem Gebrauch gewesen sein. Dieser Apparat wird schon bei Albufases erwähnt, von Raimund Lull genau beschrieben und später von Paracelsus sogar sehr gelobt.

Im 15. Jahrhundert wandte man der Ofenconstruction schon eine besondere Aufmerksamkeit zu. Vorzugsweise war es aber Thomas Norton, welcher in dieser Beziehung einen bedeutenden Ruf sich erwarb und einen neuen Ofen construirt haben soll, in welchem sechzig Operationen, bei gleicher Hitze, auf einmal ausgeführt werden können. Im 16. Jahrhundert war es hauptsächlich Agricola, welcher um die Einrichtung der Ofen für metallurgische Zwecke sich ganz besonders verdient machte; und in dem folgenden Jahrhundert folgte ihm, als Verbesserer anderer chemischen Operationen im Feuer, Glauber, wovon das Thl. I. erwähnte Werk: „furni novi philosophici“ ein Zeugnis abgibt, und in welchem er vorzugsweise Einrichtungen für eine zweckmäßige Destillation bespricht, wiewohl schon Dioscorides und später Zosimos und Synesius (s. S. 22) der Destillation gedenken und letztere dieselbe sogar schon deutlich beschrieben haben, so daß hierfür nur die dort citirten griechischen Worte zu wiederholen sein würden.

Indessen beschäftigte man sich im 17. Jahrhundert fast ausschließlich mit chemischen Versuchen auf trockenem Wege, und ein Chemiker jener Zeit nannte sich in höherem Sinne nur einen philosophum per ignem. Auch des schon erwähnten Glaser's Lehrbuch trägt das Motto: „sine igne nihil operamur“. Diese Meinung theilten seine Zeitgenossen, unter denen Becher bezüglich der Construction tragbarer Ofen zum Destilliren und überhaupt für feinere Arbeiten, worüber sein Laboratorium portatile berichtet, sich auszeichnet. Im 18. Jahrhundert wurden bekanntlich derartige Einrichtungen auf eine weit höhere Stufe gebracht, wozu Männer wie Pott und von Engström namentlich beitrugen.

Raum dürfte es von Interesse sein, hier auch der Brennmaterialien, deren man in der Vorzeit zu chemischen Operationen sich bediente, zu gedenken, aber es ist gewiß eine auffallende Erscheinung, wenn wir uns, wie schon erwähnt, in's Gedächtniß zurückrufen, daß der 400 Jahre vor Chr. Geb. lebende Theophrastus schon von Steinkohlen spricht und sogar sagt, daß dieser Brennstoff, ebenso wie die Holzkohlen, zu denselben Arbeiten benutzt werden könne, auch bei Schmelzarbeiten und beim Schmieden zur Zeit im Gebrauch sei. Im Uebrigen finden wir bei den spätern Schriftstellern nur Berichte über die Anwendung von Torf, Holz u., obgleich Boyle besonders für Destillationen im Laboratorium auch Steinkohlen empfohlen hat.

Geber war, so viel wir wissen, der Erste, welcher ein Wasserbad anwandte, welchem Beispiele Albertus Magnus und sämtliche später lebenden Chemiker folgten. Bei den Abendländern wurde ein solches Wasserbad als balneum Mariae bezeichnet. Geber benutzte ferner auch ein Aschenbad ganz in derselben Weise,

wie man später eines Sandbades sich bediente, und Paracelsus war der Erste, welcher ein Dampfbad im Gebrauch brachte.

Das von Raimund Lull in einen gewissen Ruf gebrachte Mistbad wurde von Basilus Valentinus verworfen. Ebenso eiferte derselbe gegen die Lampenfeuer mit Weingeist oder spirit. vini; woraus hervorgeht, daß die Anwendung der Spirituslampen wenigstens im 15. Jahrhundert schon versucht worden sei, wiewohl dieselben erst im 17. Jahrhundert, namentlich durch Boyle empfohlen, für wissenschaftliche Untersuchungen ausgedehnte Anwendung fanden. Später sind sie bekanntlich immer mehr in Gebrauch genommen, freilich durch die Entdeckung des Sauerstoffgases und Wasserstoffgases, sowie durch die Anwendung des Steinkohlengases zur Anwendung hoher Hitzegrade sehr überflügelt worden.

Wenn nun auch hinsichtlich der einzelnen chemischen Operationen auf die einzelnen Stoffe und deren Verbindung verwiesen werden muß, so mag doch nicht unberührt bleiben, daß Paracelsus, um das Verhalten der Körper in hoher Temperatur zu studiren, schon Brenngläser benutzte, Boerhave, wie schon früher erwähnt, auf die richtige Anwendung des Thermometers bei Temperaturbestimmungen aufmerksam machte, daß ferner die Gefäße, welche vorzeitlich zu chemischen Operationen benutzt wurden, von Plinius und Dioskorides nur im Allgemeinen als Geschirr bezeichnet worden sind, wogegen Geber besonderer Schmelztiegel sich bediente, während Glauber schon die Almeroder als die besten rühmt.

Das Calciniren der Metalle, welches schon in den cyprischen Kupferwerkstätten angewandt sein soll, wurde von Seiten Geber's bei dem Schmelzen der Metalle durch Bedecken mit Glas oder Borax zu verhüten gesucht. Auch er war es, welcher schon die Sublimation zur Darstellung und Reinigung von Präparaten ausführte. Das Filtriren hingegen war schon längst bekannt gewesen, denn Aristoteles spricht schon von der Filtration des Meerwassers, obgleich Geber die Filtration als chemische Einrichtung zuerst genauer beschrieb und dieselbe mit einem besonderen Namen als Destillatio per filtrum bezeichnet.

Die Destillation im engeren Sinne des Wortes, d. h. das Abziehen der Flüssigkeiten unter Anwendung von Wärme oder vielmehr die Trennung des Flüchtigen von dem Nichtflüchtigen mag zuerst dadurch hervorgerufen sein, daß man den niederschlagenden Dampf von Flüssigkeiten frei von den fixeren Bestandtheilen der letzteren fand.

Es ist schon mehrfach angedeutet worden, daß schon Dioscorides von der aufsteigenden Destillation des Quecksilbers spricht, wovon die S. 22 angeführten folgenden Worte ein Zeugnis abgeben: „*θέντες γάρ ἐπὶ λοπάδος κεραμέας κόλπου σιδηροῦν ἔχοντα κιννάβαρι, περικα θάπτουσιν ἄμβικα, περιαλείψαντες πηλῶ, εἶτα ὑποκαίουσιν ἀνθραξιν ἢ γάρ προσίζουσα τῷ ἄμβικι αἰθάλη ἀποξυσθεῖσα καὶ ἀποψυχθεῖσα, ὑδράργυρος γίνεται.*“

Dioscorides berichtet nämlich, daß man in einem irdenen Topfe Zinnober mit Eisen erhitzte und man diesen Topf mit einem Deckel, ἄμβικα, an welchem

sich das frei werdende Quecksilber ansetzte, bedeckte. Dieser Ambif oder Deckel wurde später in verbesserter Form von den Arabern als Alambif oder Alembif (Helm) bezeichnet und überhaupt für Destillationsapparate gebraucht; indessen haben die Alexandriner schon, wie wir wissen, Zosimos und Synesius Berichten zufolge, Destillationsapparate in Anwendung gebracht, bei denen Helm und Blase, wenn auch noch getrennt, benutzt wurden. Auch muß nach Dioskorides Berichten, da er von einem Thonkitt spricht, das Verkitten der Gefäße frühzeitig üblich gewesen sein.

Albertus Magnus wandte schon einen Kitt aus Kreide, Mehl und Eiweiß an, und sogar Plinius macht die Mittheilung, daß die Römer einen Kitt aus Eiweiß und Kalk zum Verbinden von Gläsern benutzten haben. Im Uebrigen muß namentlich auch in Beziehung auf das Material der Gefäße, in Betreff der Operationen, auf Theil I. und die folgenden Einzelheiten verwiesen werden.

II. Vorzeitige und neuere allgemeine Begriffe von den Elementen; — deren Bezeichnung und Einteilung.

In der Vorzeit konnte, wie Thl. I. uns hinreichend belehrt hat, von chemischen Elementen und Grundstoffen im heutigen Sinne bekanntlich noch nicht die Rede sein. Zur Zeit des Aristoteles wurden Feuer, Wasser, Luft und Erde als Elemente bezeichnet, indem die Ansicht zu Grunde lag, daß es unter den sinnlich wahrnehmbaren Eigenschaften der Materie gewisse Grundeigenschaften gebe, welche vorzugsweise das Wesen der Materie bedingen. Diese Elemente galten indessen nur als Repräsentanten jener Grundeigenschaften, ohne daß dabei die Möglichkeit einer chemischen Zerlegung in Betracht gekommen wäre. Von ebenso geringer Bedeutung für die Fortbildung der Wissenschaft sind aber auch die Ansichten über die Elemente oder Grundprincipien in der Periode der Alchemie und der der medicinischen Chemie gewesen. Es ist gewiß sehr einleuchtend, daß eine chemische Theorie, welche Schwefel, Quecksilber und Salz als die Elemente der Körperwelt hinstellte und auf die Metallverwandlung als auf eine erfahrungsmäßig begründete Thatsache fußte, keine entsprechenden Früchte für eine wissenschaftliche Chemie tragen konnte.

Daß Geber Schwefel und Quecksilber als Grundstoffe oder eigentlich Urstoffe, Basilius Valentinus, neben diesen, noch das Salz als einen Urbestandtheil annahm, haben wir bereits mehrfach gehört, und außerdem haben uns die sämtlichen Chemiker wenig über die Elemente hinterlassen. Höchstens könnten wir hier in Erinnerung bringen, daß, wie im allgemeinen Theile, unter „Pémercy“ citirt wurde, dieser vom Wasser (Phlegma), vom Geist (Quecksilber), vom Del (Schwefel), vom Salz und der Erde als Grundprincipien, welche in active und passive getheilt werden, spricht (s. Thl. I. S. 95), und also ebenso wie Lefèvre in seinem *traité de chimie* dieselben Elemente Wasser (Phlegma) geistiges oder mercurialisches Princip, schwefliges oder öliges Princip, Salz und Erde auführt. Erst Boyle war es, welcher die Frage nach Elementarbestandtheilen in dem heutigen Sinne zu lösen suchte. Er eiferte sowohl gegen die Aristotelischen

Elemente, als auch gegen die der Alchemisten, namentlich in seinem „*chemista scepticus*“ wo es deshalb heißt: „*considerationes circa Elementa allegari solita ad adstruendum vel quatuor elementa peripathetica, vel tria principia chymica corporum mixtorum.*“ Er sucht dort nachzuweisen, daß die Aristotelischen Elemente durch Zerlegung der Substanzen nicht nachgewiesen werden können, daß die Begriffe derselben ebenso wie die der alchemistischen Elemente sehr schwankend seien und sagt, man solle um die hypothetischen Urbestandtheile sich nicht kümmern, müsse vielmehr sich bestreben, Bestandtheile aufzufinden, welche sich abscheiden und isolirt darstellen lassen. Hierfür sei es indessen nicht allein erforderlich, Feuer, sondern auch andere Operationen, z. B. auf nassem Wege anzuwenden. Er zeigte ferner, daß man die Zahl der Elemente in chemischem Sinne nicht a priori angeben könne; er führt, wie sichtbar aus vielen seiner Aeußerungen sich ergibt, daß die Nothwendigkeit gebiete, chemische Elemente von den metaphysischen zu unterscheiden, So sagt er auch z. B.: „*vix a quoquam negabitur, corpuscula compositae naturae in omnibus Chymicorum exemplis pro elementaribus posse haberi*“ und an einer anderen Stelle: „*et si quis dicat, saltem detegere non posse ingredientia rerum elementaria, in quas substantias haec corpuscula quae habebantur pura dividantur: Respondeo, necessarium non esse, ut ejusmodi detectio deducatur in praxim.*“

Dennoch hat Boyle keine Aufzählung von Elementen oder Grundstoffen hinterlassen; hielt aber sogar das Feuer für ein wägbares Element. — Auch Kunkel eifert gegen die alchemistischen Prinzipien oder Urstoffe, aber er nimmt in den organischen Substanzen Schwefel, Salz und Quecksilber als Bestandtheile an. Becher liefert neue Namen von Elementen, aber wenige richtige Ansichten. Erst Stahl neigt sich, abgesehen von seinen phlogistischen Ideen, der neueren Zeit hin. Boerhave berührt dies System von den Elementen sehr wenig und ist der Ansicht, daß die Chemie über die Urstoffe zur Zeit noch keinen Aufschluß geben könne. Die von ihm sogenannten elementa sind Bestandtheile der Körper, welche er selbst auch wohl als zusammengesetzte anerkannte; wogegen Stahl auf die scharfe Untersuchung der Grundbestandtheile eigenthümlicher Körper großes Gewicht legte. Bergman nannte die Metallsalze ohne Weiteres einfache Körper und Lavoisier war es endlich, welcher sagte, daß es Körper gebe, welche als einfache betrachtet werden müßten und deren weitere Zerlegung unwahrscheinlich sei. Dahin zählte er den Lichtstoff, Wärmestoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff. Andere Körper betrachtete er wieder als unzerlegte, d. h. als solche, deren Bestandtheile noch nicht bekannt seien. Dahin gehören nach ihm die Alkalien, die Erden und die Metalle. Schwefel, Kohle und Phosphor als mit Sauerstoff unorganische Körper bildende nannte er einfache. Auch finden wir bei ihm den Ausdruck „*Radicale*“ für die aus gewissen Säuren noch nicht dargestellten hypothetischen Elemente. So z. B. spricht er von einem Radical der Boraxsäure, Salzsäure u. s. w. Lavoisier war es also, der auch hierin die erste Grund-

lage für die neuere Chemie gelegt hat. Seine Ansichten fanden schon durch Davy, Gay-Lussac und Thénard vielfache Bestätigung. Wenn auch die Analysen des Berzelius, in ausgedehntem Maße angewandt, zusammengenommen mit der Einwirkung des Galvanismus durch Nicholson und Davy den Begriff von Elementen erst klarer bezeichneten, so gelangte man immer mehr dahin, als positiv anzunehmen, daß kein als einfach anerkannter Stoff eine Verbindung aus zwei bekannten Elementen ist. So sind wir denn nach und nach, durch das Fortschreiten der Wissenschaft, besonders durch die Analyse und durch den chemischen Einfluß des galvanischen Stroms, dahin gelangt, eine ganze Reihe von Elementen oder bis jetzt unzerlegbaren (besser bis jetzt unzerlegten) Grundstoffen der gesammten Körperwelt anzunehmen und diesen sind, abgesehen von einigen in der neuesten Zeit entdeckten, wie z. B. Caesium, Rubidium, Indium etc., folgende Namen beigelegt worden, denen hier ihre etymologische Ableitung, nebst den symbolischen Zeichen, hinzugefügt werden soll.

Aluminium, symbol. *Al.* — Von alumen, Alaun. Bildet die metallische Grundlage der Thonerde-Verbindungen.

Antimon, *Sb.* — Der Name stammt wahrscheinlich von dem arabischen Athimad oder Atmad her. Nach Einigen von *ἀντι*, gegen und monachus, Mönch, gleichbedeutend mit Stibium (*στίμι* oder *στίβι*).

Arsen, *As.* — Von *ἀρσενικόν* oder *ἀρρόγηνικόν* (von *ἄρσεν* oder *ἄρρόην*, männlich, kräftig, und von *εἶκον*, ähnlich sein), womit man im Alterthum, wahrscheinlich wegen ihrer energischen Wirkung auf den Organismus, eine Verbindung des Arsens mit dem Schwefel bezeichnete.

Barium, *Ba.* — Von *βαρύς*, schwer, wegen des bedeutenden specifischen Gewichts seiner Verbindung mit Sauerstoff, der Baryterde, deren specifisches Gewicht 4,132 ist.

Beryllium, *Br.* — Metallische Grundlage der Beryllerde, welche vorzüglich im Beryll, von *ὁ* u. *ἡ βήρυλλος*, (der Beryll, Edelstein), vorkommt.

Blei, *Pb.* — Vom altdeutschen Bli oder von blenen (schlagen), wegen der Hämmerbarkeit, ursprünglich wahrscheinlich aber vom lateinischen plumbum abgeleitet.

Boron, *B.* — Von Borax, eine Benennung, die aus dem Arabischen von baurac (Salpeter) her stammt, weil man den Borax für eine Art Salpeter hielt.

Brom, *Br.* — Von *βρῶμος*, Gestank, wegen seines üblen Geruchs.

Cadmium, *Cd.* — Von *καδμία*, Galmei, in welchem es namentlich vorkommt.

Calcium, *Ca.* — Von *calx*. Durch die elektrische Säule aus der Kalkerde abscheidbar.

Cerium, *Ce.* — Nach dem von *Piazz*i entdeckten Planeten Ceres benannt. Kommt vorzugsweise im Cerit vor.

Chlor, *Cl.* — Von *χλωρός*, grünlichgelb, wegen seiner Farbe.

Chrom, *Cr.* — Von *χρῶμα*, Farbe, weil dessen sämmtliche Verbindungen gefärbt sind.

Didym. D. — Von *δίδυμοι*, Zwillinge, weil es gemeinschaftlich mit dem Lanthan und Cerium im Cerit vorkommt.

Eisen. E. — Von *aes* Erz. Seit den ältesten Zeiten bekannt.

Erbium. Er. — Der Name ist von Ytterby, dem Fundorte des Gadolinit, in welchem dasselbe mit dem Terbium und Yttrium vorkommt, abgeleitet, indem man die ersten drei Buchstaben der Benennung des Fundortes weggelassen hat.

Fluor. Fl. — Von *fluor*, ich fließe, weil es als die elementare Grundlage der Flußsäure im Flußspath angenommen wird.

Gold. Au. — Wahrscheinlich von „gelb oder gelten“ abgeleitet.

Jod. J. — Von *τὸ ἴον*, das Veilchen, *ἰώδης*, veilchenfarbig, wegen der Ähnlichkeit der Farbe des Joddampfes mit der Veilchenfarbe.

Iridium. Ir. — Von *iris*, Regenbogen, rücksichtlich des Farbenspiels seiner meisten Salze.

Kalium. K. — Von *Kali*, der Verbindung des Kaliums mit Sauerstoff. Kali dagegen stammt aus dem Arabischen von *Alkali* (von *al*, dem Artikel, und *Kali*, Aschensalz).

Kobalt. Co. — Aus dem Böhmischem von *kow*, Erz, *kowalty*, erzhaltig; ebenso wahrscheinlich kommt jedoch der Name von *Kobold* her, womit die Bergleute einen bösen Berggeist zu bezeichnen pflegten. Ehe nämlich die Anwendung des Kobalts zur Erzeugung der schönen blauen Farben bekannt war, wurden Kobaltkerzen nicht gern gesehen, und sah man ihr Vorhandensein als eine Neckerei des Berggeistes an.

Kohlenstoff. C. — Der Name ist von *Kohle*, *carbo*, entnommen.

Kupfer. Cu. — Von *cuprum* oder *aes cyprium* (wie es früher die Römer nannten), und dieses von *Κύπρος*, Cypern, weil die Alten fast alles Kupfer von der Insel Cypern bekamen.

Lanthan. La. — Von *λανθάνειν*, verborgen, versteckt sein; weil es in dem rohen Cerium sich lange Zeit versteckt hielt.

Lithium. Li. — Metallische Grundlage des Lithion (*Lithon*) von *ὁ λίθος*, der Stein, *λίθος**) steinern; weil die Verbindungen dieses Metalls zuerst und überhaupt nur im Mineralreiche angetroffen sind.

Magnesium. Mg. — Der Name ist der *Magnesia alba* entnommen. Diese Benennung legte man nämlich der basischen kohlenfauren Bittererde bei, weil man in derselben eine Ähnlichkeit mit der *Magnesia nigra* (Braunstein) zu finden glaubte, indem man erkannte, daß sowohl in dieser als in jener eine Lustart enthalten ist, die beim Glühen entweicht. Später stellte sich jedoch heraus, daß die entweichenden Gase von einander verschieden sind, nämlich, daß die in der *Magnesia alba* Kohlenensäure und die in der *Magnesia nigra* Sauerstoff ist.

Mangan. Mn. — Der Name ist wahrscheinlich von *μάγανον* (Zauber-

*) oder *λίθιος*.

mittel) entnommen, weil man früher den Braunstein mit dem Magneteisenstein verwechselte, den man wegen seiner eigenthümlichen magnetischen Anziehungskraft wohl als Zauberstein betrachtet haben mochte. Als man aber die anziehende Kraft in den Manganerzen vermiste, nannte man diese Pseudomagnes, und übertrug auf diese Weise den Namen des echten Zaubersteins *μάγανον* auf den falschen.

Molybdän. Mo. — Von *μολύβδαινα*, bei den Alten Bleierz bedeutend. Man hielt nämlich früher das Schwefelmolybdän für den ihm sehr ähnlichen Bleiglanz und nannte beides *μολύβδαινα*, wovon, als es später gelang, ein besonderes neues Metall zu gewinnen, diesem der Name gegeben ist.

Natrium. Na. — Der Name ist dem Natron, der Verbindung des Natriums mit Sauerstoff, entnommen. Natron von dem Worte „*νίτρον*“ oder *nitrum*“, worunter die Alten überhaupt ein kohlensaures Alkali zu verstehen schienen.

Nickel. Ni. — Der Name rührt von dem in mehreren Gegenden Deutschlands gebrauchten Schimpfworte „Nickel“ her. Seiner Farbe wegen, hielt man nämlich den Kupfernickel für ein Kupfererz, und wegen der vergeblichen Bemühungen, aus diesem Mineral Kupfer zu gewinnen, mochte man ihm jenes erwähnte Schimpfwort beigelegt haben. Jedoch ist es auch möglich, daß, wie man im vorigen Jahrhundert das Nickel als ein besonderes Metall erkannte und keine Anwendung von demselben zu machen wußte, man deshalb ihm dieses Wort beilegte.

Niobium. Nb. — Nach Niobe (in der Mythe die Tochter des Tantalus) benannt, um die Ähnlichkeit mit dem nach Vesterem benannten Metall: „Tantal“, und dessen Oxyden anzudeuten.

Norium. No. — Nach Noris, einer alten Gottheit Scandinaviens benannt.

Osmium. Os. — Der Name kommt von dem griechischen Worte „*ὀσμη*“, Geruch, welcher ihm wegen des eigenthümlichen, chlorähnlichen Geruchs der Verbindungen des Metalls mit Sauerstoff beigelegt worden ist.

Palladium. Pd. — Die Benennung ist von dem durch Olbers 1802 entdeckten und als Pallas bezeichneten Planeten entlehnt.

Pelopium. Pl. — Nach Pelops (dem Sohne des Tantalus), wegen seiner Ähnlichkeit mit dem Tantal so benannt.

Phosphor. P. — Der Name rührt von seiner Eigenschaft, im Dunkeln zu leuchten, her, und ist von *φῶς*, Licht, *φέρω*, ich trage, entnommen worden; bedeutet also Lichtträger.

Platin (Platina) Pt. — Der Name stammt aus dem Spanischen; nämlich Platina ist das Diminutiv von Plata, der spanischen Benennung für Silber, wegen der weißen, der des Silbers ähnlichen Farbe.

Quecksilber. Hg. (Hydrargyrum. Von *ὕδραργυρος* (von *ὕδωρ*, Wasser, und *ἄργυρος*, Silber), Quecksilber oder eigentlich Quicksilber, also flüssiges Silber.

Rhodium. R. Diese Benennung wurde nach dem griechischen Worte

ρόδεος, rosig, gewählt, weil die sauren Lösungen desselben gewöhnlich schön rosenfarben sind.

Ruthenium. Ru. Nach Ruthenia (Rußland), weil es daselbst in den Platinerzen entdeckt wurde.

Sauerstoff. O. Der Name rührt davon her, weil er, obgleich von seinen Entdeckern als Lebensluft bezeichnet, von Lavoisier für einen wesentlichen Bestandtheil der Säuren gehalten wurde. Er nannte ihn daher Oxygène, Oxygenium, Sauerstoff (von ὀξύς, sauer, und γεννάω, ich erzeuge).

Schwefel (Sulfur, θείον). S. Wahrscheinlich von dem deutschen schwelen abgeleitet, weil das Auslaugen des Schwefels einige Aehnlichkeit mit der Operation des Schwelens hat.

Selen. Se. Von ἡ σελήνη, der Mond, weil dasselbe ein gewöhnlicher Begleiter des Tellurs (von tellus, die Erde) ist.

Silber. Ag. Die Bezeichnung bezieht sich wahrscheinlich auf die Farbe dieses Metalls; sie ist von ἄργυρος, Silber, von ἄργος, weiß, entnommen.

Silicium. Si. Von silex, Kieselstein, und dieses wahrscheinlich von σάλαξ.

Stickstoff. N. Die Benennung des Stickstoff rührt daher, weil er ein nicht athembares Gas ist; die Benennung Azot bedeutet eben dasselbe und ist aus ζωή, Leben, und dem α privativum gebildet worden.

Strontium. Sr. Der Name ist dem Mineral Strontianit, in welchem das Strontium vorkommt, entnommen worden. Dieses Mineral hat seinen Namen nach seinem ausgezeichneten Fundorte „Strontian“ in Schottland empfangen.

Tantal. Ta. Der Name ist nur aus der Eigenschaft des Oxyds (der Tantalsäure), nicht in Säuren aufgelöst zu werden (welches sehr auffallend erschien) entstanden, indem Ekeberg es mit der bekannten Fabel, vom Tantalus verglich, der bis an's Kinn im Wasser stand, ohne seinen Durst stillen zu können.

Tellur. Te. Von tellus, die Erde.

Terbium. Tb. Diese Benennung ist aus „Ytterby“ (dem schwedischen Fundorte der Yttererde, mit welcher die Terbinerde dort zusammen vorkommt) durch Weglassung der ersten beiden Buchstaben gebildet worden.

Thorium. Th. Nach dem Mineral Thorit, in welchem es vorkommt, benannt. Thorit hat seinen Namen nach Thor, einer skandinavischen Gottheit, erhalten.

Titan. Ti. Nach den den Himmel stürmenden Titanen benannt. Dasselbe erhielt von seinen beiden Entdeckern verschiedene Namen, nämlich von Gregor (1791) wurde es Menachin und von Klaproth (1794) wurde es Titan genannt.

Uran. U. Die Benennung ist nach dem Planeten Uranus gewählt worden.

Vanadium. V. Nach Vanadis, dem Beinamen der nordischen Göttin Freya, benannt.

Wasserstoff (Hydrogenium). H. Der Name rührt daher, weil er einen

Bestandtheil des Wassers ausmacht. Hydrogenium ist aus ὕδωρ, Wasser, und γεννάω, ich erzeuge, zusammengesetzt.

Wismuth. B. Dieser Name wurde nach Matthæsius dem Metalle von den Bergleuten gegeben, um das Buntangelaufene zu bezeichnen, weil es wie eine schöne Wiese (Wiesenmatte) blühe, worauf allerlei Blumen stehen.

Wolfram. W. Nach dem Mineral Wolfram benannt. Dieses hat wahrscheinlich seinen Namen von „wolfrig“ (wie ein Wolf fressend) empfangen.

Yttrium. Y. Nach dem ersten Fundorte des Ytterbit: „Ytterby“ benannt.

Zink. Zn. Von dem deutschen Worte „Zinken“ (Zacken), in Bezug auf die Eigenschaft des Metalls, sich in den Oefen zackenförmig anzulegen.

Zinn. Sn. Ist wahrscheinlich das veränderte Wort von stannum.

Zirconium. Zr. Von der Zirkonerde, welche ihren Namen von dem Mineral Zirkon erhalten hat. Diese Benennung soll ceylanischen Ursprungs sein.

Die hier bezeichneten sämtlichen Elemente, welche als eigentliche Grundstoffe zu betrachten und anerkannt worden sind, werden in Metalle und Nichtmetalle eingetheilt, welchen letzteren Berzelius die Benennung Metalloide, Metallähnliche, von ἰδομαι, aussehen (εἶδεν) oder εἶδος, Ansehen, Beschaffenheit, Ähnlichkeit, beigelegt hat.

Die Ametalle (mit Hülfe des griechischen ἀ privativum gebildet) oder Nichtmetalle werden in Metalloide oder Oxygenoide (aus dem Worte Oxygene und dem oben erwähnten εἶδος entstanden) oder sauerstoffähnliche Körper eingetheilt.

Was nun die zuerst angegebene Eintheilung in Metall und Nichtmetall betrifft, so gründet sich diese hauptsächlich auf eine Differenz der physikalischen Eigenschaften. Unter Metallen versteht man seit der Entwicklung der neueren Chemie diejenigen Elemente, welche einen eigenthümlichen Glanz, eine gewisse Dehnbarkeit, Schmelzbarkeit besitzen und gute Leiter der Wärme, sowie auch gute Leiter der Elektrizität sind. Zu den Nichtmetallen dagegen zählt man diejenigen, welche jenes Glanzes ermangeln und sowohl schlechte Wärmeleiter, als auch schlechte Elektrizitätsleiter genannt werden dürfen. Zu den nichtmetallischen Stoffen werden in der Neuzeit gezählt: Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Chlor, Brom, Jod, Fluor, Schwefel, Selen, Phosphor, Bor, Kiesel. Die eigentlich gebräuchliche Eintheilung nach Berzelius und Anderen in Metalle und Metalloide läuft ebenfalls auf die physikalischen Eigenschaften der Elemente hinaus, und zwar zählte Berzelius sämtliche nichtmetallischen Stoffe, außer Selen, zu den Metalloiden. Da aber das Wort Metallloid, „metallähnlich“ bedeutet, so dürfte jedoch diese Eintheilung nicht für alle bezeichnend sein. Denn z. B. Sauerstoff, Chlor, Brom, u. s. w. sind durchaus keine metallähnliche, sondern sowohl rücksichtlich ihrer physikalischen, als auch chemischen Eigenschaften, den Metallen ganz entgegengesetzte. Nicht unpassend haben daher einige Chemiker, und zwar namentlich Duflos, die schon oben erwähnte Eintheilung vorgeschlagen, welche wenigstens zu gleicher Zeit mehr die chemischen Eigenschaften zur Grundlage genommen hat. Diese ist näm-

lich die obige Eintheilung der nichtmetallischen in zwei Gruppen, in die der Metalloide, welche Wasserstoff, Kohlenstoff, Bor, Kiesel, Phosphor und Stickstoff in sich begreifen, und in die der Oxygenoide, welche in ihrem Verhalten dem Sauerstoff ähnlich sind und Sauerstoff, Chlor, Brom, Jod, Fluor, Schwefel und Selen umfassen. Die physikalischen Eigenschaften dürfen überhaupt nicht entscheiden; denn Jod ist ja auch ein metallglänzender Körper; auf der andern Seite ist der Kohlenstoff, als Graphit, ein Leiter der Electricität. Nach die sogenannten Triaden-Gruppen von je drei oder vier ähnlichen Metallen sind nicht consequent durchführbar. Als chemischen Unterschied könnte man indessen anführen, daß Metalle vorzugsweise Basen, Nichtmetalle, hauptsächlich Säuren bilden.

III. Historische Entwicklung der Kenntniß der einzelnen Elemente und deren Verbindungen.

1. Die nichtmetallischen Elemente und deren Verbindungen.

Sauerstoff.

Bevor die Erkenntniß des Sauerstoffs durch Priestley und Scheele zur Sprache kommt, mag, da dieser der Hauptrepräsentant aller nichtmetallischen Elemente ein Gas ist, zunächst über die sich entwickelnde Kenntniß der Gase Folgendes gesagt werden.

In älterer Zeit waren die Kenntnisse über die luftförmigen Körper sehr dürftig. — Vielen Philosophen galt schon vor Plinius die Luft, wie das Feuer, als ein leichtes Element, welches, den damaligen Begriffen gemäß, nach oben strebe, während die Erde und das Wasser schwere Elemente seien, d. h. das Bestreben in sich tragen, sich nach unten hin zu begeben; jedoch nahm man an, die Luft könne an der Bildung von Körpern Antheil haben, in ihre Mischung eingehen. Während diesen Ansichten zufolge, Viele der Luft die Schwere nicht zugestanden, scheinen Andere aus derselben Zeit sie als schwer, als einen Druck nach unten ausübend, betrachtet zu haben; so wenigstens scheint schon Vitruvius das Aufwärtssteigen des Wassers im Princip zu erklären. Hinsichtlich der chemischen Eigenschaften der gasartigen Körper hatte man sehr wenige Kenntniß; nur soviel wußte man, daß die Luft zur Unterhaltung des Feuers diene und sogar als nothwendig erkannt wurde; auch hatte man eine Ahnung, daß luftartige Stoffe von denen der gemeinen Luft verschieden seien, so erwähnt z. B. Plinius, daß an manchen Orten erstickende Luft, an anderen Orten brennbare Luftarten aus der Erde steigen. Dennoch waren die Fortschritte über die Kenntniß der Gasarten sehr geringe.

In wie weit die Kenntniß der Araber sich über die Gasarten erstreckte, ist sehr zweifelhaft, da den späteren Schriften ein großes Vertrauen nicht geschenkt werden darf.

Bei den Abendländern wird vom 14. bis zum 17. Jahrhundert jedes Gas meistens als spiritus oder flatus bezeichnet; auch Plinius spricht von einer sol-

chen Bedeutung für die aus der Erde aufsteigenden, erstickenden Gasarten als spiritus letales; desgleichen bei Geber kommt in ähnlichem Sinne das Wort spiritus vor, welches als Gas oder wenigstens als Aetherisches zu verstehen ist.

Die Alchemisten des Abendlandes haben uns nur wenig über die Kenntnisse der Gase geliefert; jedoch sind sie der Ansicht gewesen, daß von der gemeinen Luft in ihren Eigenschaften abweichende luftförmige Körper nicht wesentlich von denselben verschieden seien, die Abweichung aber nur durch Beimischungen bedingt sei.

Solche luftförmigen Körper stellte man zwar damals noch nicht künstlich dar, allein man theilte doch die natürlich vorkommenden Gasarten in athembare und nicht athembare, und in entzündliche und nicht entzündliche ein.

Vasilius Valentinus unterscheidet die entzündliche als Beiwitterung und die erstickenden als Wettersatz, und diese Eigenschaften beruhen nach ihm auf gewissen Beimischungen zu der gemeinen Luft; er sagt z. B.: „das ist aber nicht wohl zu merken, daß das Wetter darum Wetter heißt, daß es nicht eine lautere Luft ist, wie hier oben bei uns, sondern es führt immer etwas mit sich, was da dicker, und den Menschen schädlicher ist, als die Luft hier oben. (S. Vasilius Letztes Testament.)

Man schenkte jedoch den bei chemischen Operationen sich entwickelnden Gasarten wenig Beachtung, und wenn man auch wirklich eine Gasentwicklung wahrnahm, so bezeichnete man diese, ohne weitere Untersuchung als ein Hervorbrechen von Luft.

Paracelsus waren indessen, wenn auch in einer noch so unvollkommenen Weise, außer der gemeinen Luft, noch andere luftähnliche Körper (Flüssigkeiten) bekannt, (nach T. Bergmann historia med. IV. in Opuscul. physicis et chemicis cura E. B. G. Hebenstreit Lips. Ed. IV. 1787, S. 139). Auch hatte er schon die Idee, daß die Luft aus Wasser und Feuer bestehe, denn er sagt nach Manget II. S. 425: „Verum ex quibus constat aër, non considerant. Annon ex igne et aqua? quid enim aliud est aër, quam aqua per ignem resoluta. — — Generatur ergo tanquam a suis parentibus igne et aqua masculus aër“ und Archidox. Bd. III. S. 64: „dann eyn wunderbarliche Aufhebung ist in Luft, als wann aus dem wesentlichen Element Wasser, soll die Luft geschieden werden, alsdann geschieht auch durch das Sieden, und sobald es siedet, so scheidet sich die Luft vom Wasser, und nimmt mit sich die leichteste Substanz vom Wasser“ u. Auch gedenkt er der Gasentwicklung, welche auftritt, wenn Eisen in verdünnter Schwefelsäure aufgelöst wird.

Genaue Forschungen über die Gase stellte gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts van Helmont an, wie dieses Thl. I. bereits erwähnt worden ist (s. Thl. I. S. 57 u. 58 u.). Van Helmont unterschied nämlich die luftartigen Flüssigkeiten, welche in ihren Eigenschaften von der gemeinen Luft abweichen und doch auch keine Dünste sind, zuerst als Gase (s. ebend. Thl. I).

Besonders gewann aber das Studium der luftartigen Substanzen ein mehr-

faches Interesse, nachdem durch Torricell, (1643) die Schwere der Luft außer Zweifel gesetzt war.

Im Jahre 1664 lenkte Boyle die Aufmerksamkeit der Londoner Societät auf den luftförmigen Stoff, welcher bei der Auflösung von Austerschalen in Essig sich entwickelt, und sehr bald darauf machte Christoph Wren*) (Professor der Astronomie zu London und Oxford) den Vorschlag, eine gährende Flüssigkeit in eine Flasche zu thun, an deren Mündung man eine mit einem Hahn versehene Blase befestigen solle, um die sich entwickelnde Luft aufzusaugen. John Mayow**) besprach in seinem Tractatus de sal-nitro et spiritu nitro-aëreo 1669, ob Luft künstlich erzeugt werden könne; er sammelte dann das durch Eisen mit Salpetersäure und das durch Eisen mit verdünnter Schwefelsäure sich entwickelnde Gas.

Johann Bernoulli***) untersuchte das künstlich dargestellte kohlen saure Gas und entwickelte dasselbe aus Kreide mit Säuren, wiewohl von Bernoulli's Seite über die chemische Natur dieser Lustart kein Aufschluß gegeben wurde.

Durch Hales†) wurde die Kenntniß über die Gase sehr erweitert. Seine Untersuchungen zeichneten sich sowohl dadurch aus, daß er bessere Apparate zur Darstellung und Auffammlung der Gase, als seine Vorzüge, anwandte, als auch dadurch, daß er zuerst quantitative Bestimmungen verursachte, indem er zu entwickeln sich bestrebte, welche Qualitäten von Gasen bei chemischen Operationen sich entwickeln. Während die früheren Chemikern zur Darstellung einer Lustart meistens dasselbe Gefäß zur Entwicklung und zur Auffammlung benutzt hatten, indem sie ein Glasgefäß mit verdünnter Säure füllten, und die Mündung unter dieselbe Flüssigkeit tauchten und unter das Glasgefäß Kreide oder Metall brachten, trennte Hales das Gefäß von dem Recipienten. Sein Apparat bestand aus einer Retorte, deren langgezogener Hals, unter die Mündung eines Glasgefäßes reichte, welches, mit Wasser gefüllt, verkehrt zu einem großen Gefäße mit der Mündung unter Wasser aufgehangen war. In der Retorte unterwarf er viele Substanzen der trocknen Destillation, ließ andere darin gähren, oder mischte darin verschiedene Körper; er wandte stets bestimmte Mengen der benutzten Stoffe an und bestimmte so genau wie möglich, wie viel Luft sich erzeugte. Die erhaltenen

*) Geboren in Wiltshire 1632, gestorben zu Oxford 1723.

**) Med. Dr.; geboren 1643 in Cornwall, gestorben 1679 zu London. — Mayow hat ebenfalls verschiedene Schriften herausgegeben, so z. B.: Tractatus duo, de respiratione etc. de rachitide; De respiratione; Opera omnia physico-medica etc.

***) Geboren zu Basel den 27. Juli 1667, gestorben daselbst 1. Januar 1748, war med. Dr.; von 1695—1705 Professor der Mathematik an der Universität zu Gröningen; dann von 1705 bekleidete er dieselbe Stelle zu Basel.

†) Geboren zu Bulesbourn in der Grafschaft Kent den 7. September 1677, gestorben zu Riddington bei Terrilham in Middlesex, den 4. Januar 1761, wo er bis dahin als Pfarrer fungirt hatte. — Er war auch seit 1717 Mitglied der Royal Society und seit 1751 auswärtiges Mitglied der Pariser Academie.

Luftarten prüfte er höchstens auf ihre Entzündlichkeit oder das Vermögen, die Flamme zu unterhalten; oft begnügte er sich damit, an dem Product nur den luftförmigen Charakter nachzuweisen, sofern es nicht condensirbar sei, sondern mit der gemeinen Luft gleiche Eigenschaft habe.

An dem Salpetergas erkannte er die Eigenschaft, daß dasselbe mit, gemeiner Luft gemischt, roth werde und eine beträchtliche Menge davon verschlucke. Sales stellte überhaupt eine große Anzahl von Gasen dar, ohne ihre wesentliche Verschiedenheit von der gemeinen Luft zu erkennen; ja er kam, trotz seiner zahlreichen Versuche, nicht zu der Erkenntniß, daß es mehrere wesentlich verschiedene Luftarten gibt. In Allem, was er unter luftförmiger Gestalt erhielt, glaubte er reine oder atmosphärische Luft zu sehen. Seine Untersuchungen führten ihn auch zu keinem andern Schluß, als daß er den Beweis geliefert zu haben glaubte, die Luft gehe in die Zusammensetzung der meisten Substanzen ein und sei in ihnen in fester Gestalt befindlich; sie lasse sich in verschiedenen Graden der Reinheit und mit verschiedenen Eigenschaften aus den Substanzen wieder erhalten. Die Luft wurde von ihm als ein einfaches Element angesehen, welches materiell zur Zusammensetzung der meisten Körper beitrage.

Ebenso betrachtete Boerhave in diesem Sinne die Luft als ein Element, worüber er in seinen *Elementis chemiae* im Jahre 1732 sich weitläufig aussprach.

Bergman, welcher 1774 Untersuchungen über die Kohlensäure veröffentlichte, betrachtete dieselbe als ein eigenthümliches Gas und Priestley scheint bei seinen ersten Versuchen über die Gase (1772) noch die Ansicht gehabt zu haben, daß dieselben nur aus veränderter atmosphärischer Luft bestehen. Später behandelte er stets die verschiedenen Luftarten, von denen er eine große Anzahl entdeckt zu haben glaubte, als wesentlich verschiedene Körper, die indessen Zusammensetzungen unter einander sein können, wie er denn die entzündliche Luft als Phlogiston und den Sauerstoff für eine einfachere Luftart, die atmosphärische Luft für Sauerstoff hielt, der mit Phlogiston theilweise, und den Stickstoff für solchen, welcher mit Phlogiston ganz gesättigt sei. Seine Ansichten hierüber sind indessen nie ganz deutlich entwickelt; er suchte die Bildung von Wasser aus Sauerstoff und Wasserstoff zum Beispiel daraus zu erklären, daß diese Luftarten Wasser in sich enthalten und in seiner letzten Schrift: „the doctrine of phlogiston established“ (1800) erklärte er sich geradezu für die Hypothese, daß Wasser die Grundlage aller Arten von Luft sei, und daß also ohne dasselbe keine derselben hervorgebracht werden könne; in einigen Fällen, wie bei der leichten brennbaren Luft, möge der Gehalt an Wasser wohl dem ganzen Gewicht des Gases entsprechen.

Abgesehen von den theoretischen Ansichten Priestley's, gebührt ihm das Verdienst, welches er sich um die Chemie der Gase durch Angabe des pneumatischen Apparats erworben hat, denn er construirte zuerst die eigentliche Wanne mit dem Support oder der Brücke für die mit Gas gefüllten Gefäße; auch wandte er zuerst den Quecksilberapparat an.

Unter Priestley's Zeitgenossen waren noch andere Chemiker der Ansicht, daß es nur eine wahre Luft gebe, und die andern Gase nur Modificationen derselben seien. Diese Ansicht gründete sich auf das Vorurtheil, welches wir bei den Anhängern Stahl's um so mehr befestigt finden, jemehr die ganze Phlogiston-Theorie auf einer einzelnen Anwendung dieser Meinung beruhte, daß nämlich alle Körper, von gemeinsamen ausgezeichneten Eigenschaften, Modificationen oder Zusammensetzungen eines Körpers seien, der als der Träger dieser Eigenschaften gelten müsse. Nach dieser Ansicht war in allen verbrennlichen Körpern ein Phlogiston, in allen Säuren eine Ursäure angenommen worden. Lavoisier sprach sich stets dafür aus, die Gase für wesentlich verschieden zu halten; seine Ansicht wurde mit der Aufnahme des antiphlogistischen Systems die herrschendste; die Gase galten von nun an als Verbindungen eines oder mehrerer Elemente mit Wärmestoff, als Körper, die untereinander nur hinsichtlich des Aggregationszustandes, nicht hinsichtlich ihrer chemischen Constitution, etwas Gemeinsames haben. Durch Lavoisier wurde auch die Bezeichnung „Gas“ in das antiphlogistische System eingeführt; sie war seit van Helmont nur selten gebraucht worden.

Das specifische Gewicht, welches zuerst von Mayow im Jahre 1669 für ein künstliches dargestelltes Gas bestimmt wurde, hat für die Chemie der Gasarten eine große Wichtigkeit und namentlich dann erhalten, als Gay-Lussac 1808 seine Entdeckungen über die einfachen Verbindungs-Verhältnisse der Gase gemacht hatte und man dadurch zur Erkenntniß des Zusammenhangs zwischen dem spec. Gew. eines Körpers und seinem Atomgewicht gekommen war.

In dieser Beziehung wurden auch von jetzt an Bestimmungen der Dampfdichtigkeit häufiger von Chemikern ausgeführt. Gay-Lussac selbst untersuchte mehre Dämpfe auf diese Eigenschaft schon 1809.

Die genaue Erkenntniß der Gase, als von der gemeinen Luft verschiedener Körper hatte auch zur Folge, daß man sie von den Dämpfen unterschied, indem man die eigentlichen Gase als permanent elastisch-flüssige Körper hinstellte.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich hinreichend, wie die Erkenntniß der Gase sich entwickelte; aber die Bestrebungen Priestley's, Scheele's und Lavoisier's haben erst die Constitution der Atmosphäre festgestellt und die Natur ihrer Bestandtheile genauer untersucht.

Priestley entdeckte Vieles, was auf die Zusammensetzung der Atmosphäre Bezug hat, ehe er diesen Gegenstand als eigentliches Ziel seiner Untersuchungen sich vorsetzte. Schon 1771 fand er, daß die fixe Luft, welche sich bei dem Athmen bildet, und die atmosphärische Luft zur Unterhaltung des Lebensprocesses untauglich macht, durch die Pflanzen wiederum in eine zum Athmen taugliche verwandelt wird; er wußte jedoch nicht, daß in der Atmosphäre ein Bestandtheil sich befindet, welcher allein den Lebensproceß unterhält und in welchen die fixe Luft von den Pflanzen umgewandelt wird. Er entdeckte 1772 in dem Sticksäure ein Mittel, diesen Bestandtheil der Luft quantitativ zu bestimmen, ohne noch sein Vor-

handensein zu ahnen; nur empirisch wies er nach, daß dieses Gas mit atmosphärischer Luft eine um so beträchtlichere Raum-Verminderung hervorbringt, je weniger sie bereits durch den Athmungsproceß verdorben ist. In ebendenselben Jahre veröffentlichte er die Entdeckung, daß, wenn man Kohlen in einem mit Wasser abgesperrten Glasgefäße durch ein Brennglas entzündet, fixe Luft entsteht; daß ein Fünftheil von der angewandten Luft hierbei in fixe Luft umgewandelt und von Kaltwasser absorbirt wird, daß die rückständige Luft weder das Verbrennen, noch das Athmen zu unterhalten fähig ist, noch von einer feuchten Mischung aus Eisenfeile und Schwefel absorbirt wird. Er betrachtete weder diese rückständige Luft als einen Bestandtheil der Atmosphäre, noch jene Luft, welche bei der Verbrennung in fixe Luft umgewandelt wurde. Schon ein Jahr früher, wie er gleichfalls 1772 veröffentlichte, hatte er sogar diesen letzten Bestandtheil der Luft ziemlich rein, durch Erhitzung des Salpeters in einem Flintenlauf, erhalten, und er hatte beobachtet, daß das sich hier entwickelnde Gas die Verbrennung außerordentlich befördert. Erst 1774 widmete er indessen diesem Bestandtheile der Luft nähere Aufmerksamkeit und stellte er aus dem rothen Quecksilberkalk, durch Erhitzung, ein Gas dar, (s. Thl. I. unter „Priestley und Lavoisier“), das von Wasser nicht absorbirt wurde und in welchem die Verbrennung mit größerer Lebhaftigkeit, als in gewöhnlicher Luft stattfand.

Priestley's erste Schlußfolgerung erinnerte zum letzten Male an die salpetrigen Theilchen in der Luft, welche Hooke, Mayow und Wallis angenommen hatten. Die Eigenschaft des neuen Gases, auf verbrennende Substanzen ähnlich wie Salpeter, zu wirken, leitete ihn zuerst auf die Vermuthung, der Quecksilberkalk, aus dem es ausgetrieben worden war, möge bei seiner Bereitung (durch Erhitzen des Quecksilbers in offenen Gefäßen) etwas Salpeterartiges angezogen haben. Bei seinem Aufenthalt in Paris, 1774, verschaffte er sich ganz reines Quecksilberoxyd, welches ihm diese Luftart ergab. Er verglich sie mit einer andern, welche er schon früher entdeckt hatte, dem Stickoxydul, das gleichfalls die Verbrennung begünstiget; sie war jedoch auch hiervon verschieden. Endlich prüfte er die Idee, ob das Quecksilber vielleicht bei seiner Bearbeitung dieses Gas aus der Luft anziehe, wie die Mennige, welche auf ähnliche Weise dargestellt wird, und er erhielt aus dieser dasselbe Gas. Er fand später, daß diese Luftart etwas schwerer ist, als gewöhnliche Luft und vertheidigte die Ansicht, sie sei das eigentliche Unterhaltungsmittel des Athmens und des Verbrennens, sie sei eine von Phlogiston freie, also dephlogistisirte Luft, und in der gemeinen Luft sei sie als Bestandtheil enthalten, mit andrer Luft, phlogistisirter, gemengt.

In Beziehung auf diesen andern Bestandtheil der Luft hatte man inzwischen gleichfalls Fortschritte gemacht.

Rutherford, Priestley's Landsmann, zeigte 1772, daß Hales' Ansicht entgegen, die atmosphärische Luft durch den Athmungsproceß nicht nur durch Beladung mit schädlichen Dämpfen verdorben wird, sondern daß sie einen Bestandtheil in sich enthält, welcher an und für sich zur Unterhaltung des Athmens und

des Verbrennens unfähig ist. Er stellte diesen dadurch dar, daß er aus Luft, in welcher Thiere geathmet hatten, die fixe Luft durch Kalilauge entfernte. Der Rückstand verlöschte die Flamme und erstickte Thiere.

Scheele arbeitete indessen weit geregelter, als Priestley, über die Constitution der Atmosphäre. Er hat sie in seiner Abhandlung von „Luft und Feuer“ zusammengestellt, welche 1774 zuerst gedruckt wurde. Diese Arbeit war aber, wie Bergman erwähnt, schon zwei Jahre früher vollendet, wornach also die, hier zu erwähnenden Entdeckungen aus dem Jahre 1774 und 1775 stammen.

In dieser Abhandlung stellt Scheele den Satz auf: „Die Luft muß aus elastischen Flüssigkeiten von zweierlei Art zusammengesetzt sein.“ Er beweist dieses zunächst durch eine Reihe von Versuchen, wo durch gewisse (absorbirende) Mittel stets nur ein Theil der atmosphärischen Luft hinweggenommen wurde. In Gefäße von bestimmtem Rauminhalt brachte er Schwefelbleilösung, eine Auflösung von Kali, welche mit den Dämpfen von brennendem Schwefel gesättigt war, trocknende Oele, den feuchten Niederschlag aus Eisenvitriollösung mit Kali, Eisenfeile mit Wasser und ähnliche Substanzen, und sperrte die Gefäße ab; nach einiger Zeit wurden sie unter Wasser geöffnet, und es fand sich stets, daß jetzt weniger Luft in den Gefäßen enthalten war, als zuerst; es fehlten 20 bis 30 Procent der ursprünglich angewandten Luft. Dabei bildete sich, wenn Schwefelleber angewendet wurde, Schwefelsäure.

Scheele war über diesen Vorgang folgender Ansicht. Er meinte, die Luft habe das Phlogiston, den einen Bestandtheil des Schwefels, an sich gezogen, wodurch der andere Bestandtheil, die Schwefelsäure, frei geworden sei; er glaubte zuerst, das Phlogiston habe die Eigenschaft, wenn es sich mit Luft verbinde, die Elasticität derselben zu vermindern, d. h. zu bewirken, daß sie einen kleinern Raum einnimmt, als vorher. Er gab aber auch der Ansicht Raum, daß in diesem Falle die bei den Versuchen rückständig bleibende Luft specifisch schwerer sein müsse, als die atmosphärische, weil die erstere in diesem Falle wie die letztere auf einen kleineren Raum zusammengedrückt und zudem noch mit Phlogiston beladen wäre. Auffallender Weise fand er indessen diese rückständige Luft specifisch leichter, als die gewöhnliche Luft.

Aus den vorhergehenden Versuchen glaubte also Scheele nun schließen zu können, daß die Luft aus zwei von einander verschiedenen Flüssigkeiten bestehe, von denen die eine (welche er verdorbene Luft nennt, weil sie das Athmen und Verbrennen nicht unterhalten kann), gar keine Neigung habe, das Phlogiston an sich zu ziehen, die andere hingegen zu einer solchen Attraction eigentlich geneigt sei; daß diese letztere ungefähr den dritten bis vierten Theil der ganzen Luftmasse ausmache; woher aber diese letztere mit Phlogiston verbundene Lustart rühre, müsse durch besondere Versuche bestimmt werden. Er ließ nämlich Phosphor oder Wasserstoffgas in einem abgesperrten Keller brennen und nahm dabei wahr, daß eine beträchtliche Verminderung des Luftraums stattfand; sobald er jedoch Kohlen, anstatt des Phosphors, benutzte, glaubte er Verminderung der Luft nicht wahrzu-

nehmen; aber er fand, daß sich dafür fixe Luft bildet, und zwar dem Raume nach, noch so viel, wie die Raum-Verminderung der Luft bei den anderen Versuchen (mit Phosphor und Wasserstoffgas) betrug. Jedoch vermochte er nicht durch Versuche darzuthun, wo in diesem letzten Falle die verschwundene Luft blieb; er kam daher zu der Annahme, daß die bei der Verbrennung des Phosphors und Wasserstoffgases verschwindende Luft mit Phlogiston zu Wärme sich vereinige und durch das Gas entweiche.

Scheele's Ansichten, wie er sie 1777 aussprach, zufolge, stammt auch das künstlich darzustellende Sauerstoffgas meistens aus der Wärme, welche man auf solche Körper wirken läßt, welche Verwandtschaft zum Phlogiston haben. — Obgleich er nicht aussprach, daß der Sauerstoff ein Bestandtheil der Metallsalze sei, so entdeckte er doch, daß aus den Salzen edler Metalle Feuerluft darzustellen ist.

Lavoisier schreibt 1772, bezüglich der Gewichtszunahme des Phosphors bei der Verbrennung, diese geradezu einer Absorption der Luft, nicht einem einzelnen Bestandtheile der Luft zu. In seinen *Opuscules physiques et chimiques* (1774) leitet er seine Versuche über die Luftabsorption bei der Verkalkung damit ein, daß er sagt, wie er auf die Vermuthung gekommen sei, die Luft des Dunstkreises, oder eine in der Luft befindliche elastische Flüssigkeit könne sich mit den Metallen vereinigen; und er schließt die Mittheilung dieser Versuche mit der Bemerkung, die in der Luft verbreitete, bindbare elastische Flüssigkeit möge vielleicht zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten in veränderlicher Menge vorhanden sein. Uebrigens findet sich damals nirgends noch eine genauere Ansicht über diesen etwaigen Bestandtheil der Luft bei ihm ausgesprochen. In derselben Schrift theilt er Versuche über die Verbrennung des Phosphors in abgeschlossener Luft mit; der Raum derselben wurde dadurch höchstens um ein Fünftheil vermindert. Lavoisier untersuchte, welches die Ursache davon sein möge, daß die Luft nicht ganz absorbiert wird; er glaubte zuerst, der Phosphor brenne nur so lange, als noch Wasser in der Luft aufgelöst sei; aber Versuche, bei denen er die Luft während des Verbrennens feucht erhielt, zeigten ihm seinen Irrthum. Er kam indessen auch wieder zu dem Schluß, die atmosphärische Luft oder eine in ihr befindliche elastische Flüssigkeit treten dem Phosphor bei dem Verbrennen zu, ohne über diese letztere zu einer bestimmten Ansicht zu gelangen.

Am 1. August 1774 entdeckte Priestley das Sauerstoffgas und er kam bald darauf, wie schon Thl. I. angedeutet, nach Paris und machte Lavoisier mit dieser Entdeckung bekannt. Im November desselben Jahres las Lavoisier vor der Pariser Akademie eine Abhandlung „sur la calcination de l'étain dans les vaissaux fermés“, (s. Thl. I. S. 138) und hier äußerte er sich zuerst bestimmter über die Zusammensetzung der Luft aus zwei verschiedenen Gasen. Er sagt hier, die Luft, welche sich mit dem Zinn bei der Calcination verbinde, könne hinsichtlich ihres specifischen Gewichts von der gemeinen Luft nicht sehr verschieden sein, da bei der Verkalkung des Zinns, in verschlossenen Retorten, die nach dem Oeffnen derselben eindringende gemeine Luft gerade so viel weniger, als

das Zinn durch die Verkalkung am Gewicht zugenommen habe; jedoch habe er Grund zu glauben, der Theil der Luft, welcher bei der Verkalkung an das Zinn trete, sei etwas specifisch schwerer, als die gemeine Luft, die bei der Verkalkung zurückbleibende Luft etwas specifisch leichter. Er sei daher auf die Muthmaßung gekommen, daß die gemeine Luft zusammengesetzt sei und Versuche über die Verkalkung und Reduction des Quecksilbers haben ihn sehr in dieser Meinung bestärkt; er glaube, daß nicht die ganze atmosphärische Luft zum Athmen tauglich sei, sondern nur der Bestandtheil derselben, welcher bei der Verkalkung der Metalle an diese trete.

Der andere Bestandtheil sei eine Mofette, welche weder das Athmen noch das Verbrennen unterhalten könne. Uebrigens hat Lavoisier hierbei keineswegs auf die Mittheilung Bezug genommen, welche ihm Priestley über die Entwicklung eines Gases bei der Reduction des Quecksilbers durch bloße Hitze gemacht hatte.

Hierdurch ist förmlich der Weg angegeben, auf welchem Lavoisier zu den Resultaten gelangt, die ihm Priestley mitgetheilt hatte; er reducirte Quecksilberkalk mit Kohle und erhielt fixe Luft, wie bei der Reduction anderer Metalle; er reducirte Quecksilberkalk durch bloße Hitze und fand mit Erstaunen, daß die sich entwickelnde Luft nicht fixe Luft war, sondern daß sie das Athmen und das Verbrennen ausgezeichnet unterhielt und er schloß, daß sie der Bestandtheil der Atmosphäre sei, welche das Athmen und das Verbrennen unterhält und bei der Calcination der Metalle sich mit ihnen vereinige.

Einige Jahre hindurch bezeichnete Lavoisier das Sauerstoffgas als die Luft, welche Priestley dephlogistisirte genannt hatte, ohne diesen als Entdecker zu nennen. In den Memoiren der Pariser Akademie findet sich jedoch eine Abhandlung über die Anwendung des Sauerstoffgases zur Vermehrung der Hitze, und Lavoisier deutete in derselben auf eine neue Luftart hin, welche damals noch ganz unbekannt war.

Von 1775 an, betrachtete Lavoisier die atmosphärische Luft als aus Sauerstoff und Stickstoff zusammengesetzt und diese Ansicht über die Atmosphäre wurde von jener Zeit an, von den bedeutendsten Repräsentanten aller Parteien in der Chemie als richtig anerkannt.

Daß das Sauerstoffgas das Verbrennen ausgezeichnet unterhält und eine eigenthümliche Luftart ist, wurde jedoch zuerst von Priestley dargethan. Er schlug auch schon im Jahre 1775 vor, es zur Erzeugung sehr hoher Temperaturen anzuwenden.

Lavoisier beschrieb in den Memoiren der Pariser Akademie für 1782 einen Apparat zu diesem Zweck und in denen für 1783 eine große Menge damit angestellter Versuche.

Lavoisier war es unbestritten, welcher besonders bewies, daß der Sauerstoff der Atmosphäre zur Unterhaltung des Verbrennens beiträgt, wogegen Priestley 1775 darthat, daß sich bei dem Athmen fixe Luft bildet. Priestley

erklärte nämlich die Erscheinung in der Weise, daß die Luft durch das Athmen unfähig gemacht werde, diesen Prozeß weiter zu unterhalten; durch diese Aufnahme verbinde sich hierbei, wie bei der Verbrennung, Phlogiston mit dem Sauerstoff in der Luft, welcher letztere nur eine gewisse Menge von Phlogiston aufzunehmen im Stande sei. Im Jahre 1776 behauptete er, daß der Sauerstoff dem Blute durch seine Einwirkung in der Lunge auf dasselbe die höher rothe Farbe ertheile; auch bewies Scheele schon 1777 die Bildung der fixen Luft beim Athmen.

Lavoisier zeigte, daß der Sauerstoff der atmosphärischen Luft bei dem Athmen in ein nahe gleiches Volumen fixer Luft verwandelt werde; er glaubte, es lasse sich dieses in zweierlei Weise erklären, entweder nehme der Sauerstoff in der Lunge Kohlenstoff aus dem Blute auf und verwandele sich in fixe Luft, oder der Sauerstoff werde in der Lunge absorbiert, während zugleich ein entsprechendes Volumen Kohlenäure aus dem Blute sich entwickele. Lavoisier hielt Letzteres für wahrscheinlicher, nämlich daß der Sauerstoff nicht sogleich in der Lunge als Kohlenäure wieder austrete, sondern von dem Blute aufgenommen werde, dann seinem Kreisläufe folge und zwar, weil das Blut, nach seinem Durchgange durch die Lunge eine hochrothe Farbe habe, welche eine Aufnahme von Sauerstoff nachweise; das Blut werde durch die Vereinigung mit Sauerstoff röther, sowie auch Eisen, Quecksilber und Blei mit Sauerstoff rothe Verbindungen geben.

Lavoisier und Laplace veröffentlichten im Jahre 1783 in einer Abhandlung über die Wärme ihre Ansicht, daß die thierische Wärme, wenigstens größtentheils, von der Wärme-Entwicklung herrühre, welche durch die Umwandlung des Sauerstoffs in fixe Luft bei dem Athmen erzeugt werde. Lavoisier vereinigte sich sodann mit Seguin zu Versuchen über Respiration und Perspiration.

In einer vor der Pariser Akademie 1790 gelesenen Abhandlung betrachtete er die Wärme-Erzeugung in dem Thierkörper, als nur durch eine langsame Verbrennung hervorgebracht; er entwickelte dabei bereits, wie in dem Körper des Menschen in den kalten Gegenden mehr Wärme erzeugt werden müsse, als in warmen, damit die Temperatur derselben immer gleich bleibe, und wie dieses dadurch bewerkstelligt werde, daß die kältere Luft dichter sei, und also mehr Sauerstoff in derselben Zeit in die Lungen aufgenommen werde.

Sobald man die qualitative Zusammensetzung der Atmosphäre ermittelt hatte, bestrebte man sich auch die Quantität der Bestandtheile der Atmosphäre zu ermitteln. Schon vor der Entdeckung des Sauerstoffgases fand Priestley, daß das Salpetergas sich um so stärker mit Luft verdichtet, je weniger die letztere bereits durch Athmen und Verbrennen verdorben ist, und er schlug das erstere Gas bereits damals vor, um die Güte der atmosphärischen Luft zu prüfen.

Er versicherte, mittelst desselben, einen Unterschied in der Reinheit der Luft in seinem Laboratorium, wo mehrere Menschen geathmet hatten, und der Luft außerhalb desselben, nachgewiesen zu haben.

Nach der Entdeckung des Sauerstoffgases bestimmten die Menge desselben

zuerst Fontana und Landriani. Beide bedienten sich des Salpetergases als Prüfungsmittel. Die Instrumente, welche zu diesem Zwecke benutzt wurden, erhielten von Landriani die Bezeichnung „Eudiometer“.

Den Resultaten zufolge, welche zu jener Zeit erzielt wurden, schätzte man die in der Luft erhaltene Sauerstoffmenge zu 25—28 Volumprocenten. Landriani versicherte z. B., das Eudiometer gebe ihm immer den Sauerstoffgehalt so an, wie es die tägliche Erfahrung erwarten lasse; bei gesundem Wetter sei mehr, bei ungesundem weniger Sauerstoffgas in ihr enthalten; und an verschiedenen Orten fand man die Güte der Luft sehr verschieden.

Scheele wandte dagegen andere Mittel an, den Sauerstoffgehalt der Atmosphäre zu bestimmen. Er entfernte ihn mittelst einer Auflösung von Schwefelleber, mittelst langsam oder schnell verbrennenden Phosphors, mittelst Eisenoxyduls, welches aus Eisenvitriol frisch gefällt und in Wasser vertheilt war. Diesem Verfahren zufolge, stellte sich der Sauerstoffgehalt zu 25—33 Volumprocenten heraus.

Im Laufe des Jahres 1778 stellte er fortwährend Versuche über den Sauerstoffgehalt der Luft an, und wandte nun als eudiometrisches Mittel eine Mischung aus Eisenfeile, Schwefel und Luft an; er glaubte hierdurch als Resultat erhalten zu haben, daß die Luft $\frac{9}{35}$ oder etwa 27 Volumprocente Sauerstoff enthalte.

Lavoisier hat in einer Abhandlung über den Sauerstoffgehalt der Salpetersäure im Jahre 1776 geäußert, daß die Luft 25 Procente Sauerstoff enthalte. Seine Versuche über die Bildung der Phosphorsäure, welche im Jahre 1777 angestellt wurden, belehrten bei der Verbrennung des Phosphors in gewöhnlicher Luft, daß stets nur eine Verminderung um $\frac{1}{5}$ des Volumens stattfindet, wiewohl er dennoch bei seiner früheren Annahme beharrte. So gibt er z. B. in seiner Abhandlung über das Athmen den Sauerstoffgehalt zu $\frac{1}{5}$, in der über die Verbrennung von Körpern in der Luft zu $\frac{1}{4}$ an. Bei Versuchen, welche er mittelst des Salpetergas-Eudiometers anstellte, erhielt er übereinstimmend 25 Volumprocente Sauerstoffgas aus der Luft. In einer anderen Abhandlung gibt Lavoisier das normale Verhältniß zu 27—28 Volumina Sauerstoff auf 73—72 Volumina Stickgas an.

Die Angabe über den normalen Sauerstoffgehalt blieb daher noch immer unsicher; jedoch erklärte man sich dadurch die gesündere Lage der Seestädte, welche für die Seeluft einen beträchtlich höheren Gehalt von Sauerstoff ergeben, als für die des Binnenlandes und die Ungesundheit der Krankenzimmer, welche, ausgeführten Versuchen zufolge, in der betreffenden Luft stets weniger Sauerstoff enthielten als in der gewöhnlichen Luft gefunden wurde.

Die verschiedenen Resultate der Luft-Analyse wurden vorzugsweise mit Hülfe des sogenannten Salpetergas-Eudiometers erzielt, dessen Fehlerquellen zuerst 1783 durch Cavendish untersucht wurden, indem er gleichzeitig darthat, daß die erhaltenen Abweichungen in der Zusammensetzung der Luft wie in Versuchsfehlern ihre Ursache hätten, und daß das Verhältniß der Bestandtheile der Atmosphäre

constant ist. Er schloß aus seinen Beobachtungen, daß die Luft 20,84 Volumprocente Sauerstoffgas enthalte, und es wurde bald bestätigt, daß das Verhältniß der Zusammensetzung der Luft constant sei, wenn auch einzelne Chemiker den Sauerstoffgehalt nach Cavendish's Resultaten ein wenig abweichend fanden.

Die Versuche Cavendish's hatten zur Folge gehabt, daß man auf die Unsicherheit des Salpetergasendiometers aufmerksam geworden war, und obgleich jener Gelehrte selbst sich noch des genannten Instruments bediente, so wurden doch Vorschlägen zur Benutzung anderer Hülfsmittel mehr Aufmerksamkeit geschenkt.

Unter den verschiedenen Substanzen, welche benutzt wurden, mag namentlich das von dem bekannten Alexander Volta, dessen schon rühmlichst, wegen seiner sinnreichen und treffenden Erklärung der galvanischen Beobachtungen, resp. der galvanischen oder Contract-Elektricität, gedacht worden ist (s. den Eingang zur elektrochemischen Theorie) im Jahre 1778 benutzte Wasserstoffgas erwähnt werden.

Das Sauerstoffgas wurde von Priestley im Jahre 1775 wie schon aus Thl. I. sich ergibt, als dephlogistisirte Luft bezeichnet, welchen Namen die meisten Anhänger der Phlogistontheorie, namentlich Macquer beibehielten. Scheele nannte es in seiner „Abhandlung von Luft und Feuer“ Feuerluft. (s. Thl. I.). Condorcet Verfasser der damals geschriebenen geschichtlichen Einleitung zu den Memoiren der Pariser Akademie, führte den Namen: „air vital oder Lebensluft“ ein. Andere dagegen bezeichneten das Sauerstoffgas als ein absorbirbares Princip principium sorbile der Luft, im Gegensatz zu dem Stickstoff. Lavoisier gebrauchte für den Sauerstoff 1777 den Ausdruck air eminent respirable.

In einer Abhandlung über die Säuren, im Jahre 1778, sagte er, er wolle den gemeinsamen Bestandtheil derselben, die sogenannte dephlogistisirte Luft, oder das principe oxygène nennen, wiewohl er 1780 die Bezeichnung „air vital“ dafür gebrauchte. In einer Abhandlung über die Kohlensäure kündigte er abermals an, daß er die Substanz, welche mit den Metallen Kalk und mit mehreren brennbaren Körpern Säuren bilde, künftig Oxygène (von ὀξύς sauer, γέννω ich erzeuge) nennen werde.

Nach Priestley's Ansicht sollte das Sauerstoffgas weniger Phlogiston enthalten, als die atmosphärische Luft; nach ihm soll es beim Verbrennen und Athmen Phlogiston aufnehmen und dadurch bald zu Stickgas, bald zu Kohlensäure werden; welche beiden letzteren Substanzen viele der damaligen Chemiker für eine Verbindung — aus Sauerstoffgas und Phlogiston hielten.

Jedoch hatte er noch besondere Ideen über die wirkliche Zusammensetzung des Sauerstoffgases. Zuerst meinte er, es sei ein Product der Vereinigung von einem erdartigen Körper mit Salpetersäure und wenig Phlogiston, sodann hatte er die Idee, daß es aus Salpetersäure bestehe, die durch Wärmestoff oder sonst etwas umgeändert sei; fernerhin glaubte er, daß das Sauerstoffgas wenig Phlogiston, eine vielleicht eisenartige Erde und ein Element enthalte, welches sowohl in der Salpeter- als in der Schwefelsäure enthalten sei; zuletzt aber verwarf er

alle diese Meinungen. Scheele betrachtete dagegen das Sauerstoffgas zuerst 1777 als einen Bestandtheil der Wärme; zugleich aber auch als zusammengesetzt aus einem sauren Princip und Phlogiston. Seiner Ansicht zufolge, soll sich alles hinzutretende Sauerstoffgas mit dem aus dem brennenden Körper entweichenden Phlogiston zu Wärme vereinigen. Als jedoch im Jahre 1785 ihm Lavoisier's Fundamentalversuche einer neuen Verbrennungstheorie bekannt geworden waren, änderte Scheele seine Ansicht dahin, daß er nun das Sauerstoffgas auch als einen wesentlichen Bestandtheil des Wassers ansah, welches bei dem Verbrennen und Verkalken an den verbrennlichen Körper trete.

Bergman meinte zuerst, der Sauerstoff bestehe aus fixer Luft und einem unbekannten Element, welches große Neigung zur Verbindung mit Phlogiston habe; bei der Verbindung trete das Phlogiston aus dem verbrennlichen Körper an dieses Element, und die fixe Luft (Kohlensäure), deren Auftreten bei so vielen Verbrennungen beobachtet worden, bleibe übrig. Später entwickelte er jedoch eine weit seltsamere Ansicht, in welcher er Scheele's Theorie mit eignen Ideen vereinigte. Licht, Wärme, Sauerstoffgas, fixe Luft, Stickgas und Salpetergas, sollten eine Verbindung des Phlogistons mit Salpetersäure in verschiedenen Verhältnissen sein. Salpetersäure kann sich mit wenig Phlogiston vereinigen, so daß die Verbindung, wegen eines Wassergehalts, nur schwache Stabilität habe und das sei das Salpetergas; bei einer größeren Menge von Phlogiston und inniger Vereinigung soll nach ihm die fixe Luft entstehen; sowie aber diese noch mehr Phlogiston aufnimmt, so soll nach ihm das Stickgas daraus hervorgehen und bei noch größerem Zutritt von Phlogiston soll Sauerstoffgas daraus entstehen, welches in Verbindung mit einer noch größeren Menge Phlogiston Wärme und Licht bilden soll.

Manche hielten den Sauerstoff für Wasser, welches mit Feuermaterie verbunden sein sollte; nach Anderer Meinung aber war es Wasser, welches seines Phlogistons beraubt sei u.

Stickstoff.

Die Gasart, welche mit Sauerstoff die atmosphärische Luft constituirt, nannte Priestley im Jahre 1775 phlogistisirte Luft, Scheele dagegen im Jahre 1777 verdorbene Luft. Mitunter wurde sie auch, wie die Kohlensäure, mit welcher sie die erstickende Eigenschaft theilt, mephitische Luft genannt. Nach der Entdeckung, daß sie in die Zusammensetzung der Salpetersäure eingeht, schlug Chaptal dafür den Namen „Nitrogène“ vor, und, nachdem man sie in dem Ammoniak als Bestandtheil kennen gelernt hatte, sollte sie nach Fourcroy Alkaligène heißen. Lavoisier betrachtete sie anfangs als *mosette atmospherique*, später (1787) als *Azote*, eine Benennung, welche aus dem Griechischen von α privativum und η ζωή, das Leben (oder auch ζωτικός, das Leben erhaltend) entnommen ist, dem Gase gegeben wurde, weil dasselbe eine erstickende Eigenschaft besitzt und das Leben nicht zu unterhalten vermag. Die Alchemisten verstanden indessen von

jener Zeit unter Azot oder Azoth die hypothetische Substanz, welche gewöhnlich der Mercur der Weisen genannt wurde; ferner den Körper, welchen man aus dem Mercur der Weisen darstellen wollte, den Stein der Weisen selbst. — Das Wort Azoth findet sich in den alchemistischen Schriften seit dem 13. Jahrhundert. Uebrigens wird das Wort „Azoth“ in einigen alchemistischen Schriften sehr willkürlich gebraucht; so bedeutet es z. B. bei Paracelsus (s. d.) mitunter ein Hülfsmittel gegen Zauberei, welchem man die Kraft beilegte, daß man selbst den Teufel damit verjagen könne, und in einer andern Schrift, welche Paracelsus Azoth (s. d.) betitelt hat, soll ihm der Collectivbegriff der Entstehung, des Falles und die Wiederauferstehung des Menschengeschlechts untergelegt sein.

Zuerst glaubte man, daß das Stickgas aus atmosphärischer Luft oder aus Sauerstoffluft bestehe, welche mit Phlogiston überladen sei.

Diese Ansicht, welche sich der bis dahin herrschenden angeschlossen, daß die Luft durch Aufnahme von Phlogiston ausathmender Thiere oder brennender Substanzen zur weitem Unterhaltung dieser Proceffe unfähig gemacht würde, sprach Priestley 1774 aus, und die meisten Anhänger der Phlogistontheorie folgten ihm.

Die Ansichten über die Eigenschaften des Stickstoffs und namentlich über denselben als Elementarstoff waren sehr verschieden und getheilt. Cavendish fand z. B. im Jahre 1784, daß sich aus der Vereinigung des Stickgases mit dem Sauerstoff Salpetersäure bildet und war der Ansicht, daß diese Bildung, nach der phlogistischen Theorie, sich auf die Weise erklären lasse, daß man den Stickstoff als phlogistische Salpetersäure betrachte. Er meinte, daß, wie die Schwefelsäure, durch Aufnahme von Phlogiston in schweflige Säure und Schwefel übergehe, welcher letztere sein Phlogiston, an freier Luft, bei gewöhnlicher Temperatur nicht abgebe, so bilde die Salpetersäure entsprechend, durch Verbindung mit Phlogiston salpetrige Säure, Salpetergas und Stickstoff.

Die Antiphlogistiker hatten, in Betreff dieses Gegenstandes, im Anfang weit klarere Ansichten. Lavoisier äußerte zwar 1774 bei der Gelegenheit, als er die Zusammensetzung der gemeinen Luft aus zwei verschiedenen Gasarten besprach, er vermuthete, daß der Bestandtheil der Luft, welcher das Athmen nicht unterhalten könne, selbst sehr zusammengesetzt sei; behandelte ihn aber doch in seinen folgenden Arbeiten stets als einen einfachen Körper, und in der antiphlogistischen Nomenclatur wurde er 1787 zu den Elementen gezählt.

Die chemische Einfachheit des Stickstoffs wurde damals schon bezweifelt und dadurch bei manchen Chemikern die Beobachtung veranlaßt, welche man über eine anscheinende Verwandlung des Wassers in Stickgas gemacht hatte. Priestley hatte nämlich 1774 gefunden, daß, wenn man Wasserdämpfe durch eine irdene glühende Röhre leitet, unreines Stickgas zum Vorschein kommt und diese Versuche wurden vielfach wiederholt. Westrumb *) schloß hieraus, das Wasser gehe durch

*) Johann Friedrich Westrumb war Apotheker, Vergcommissär und Senator in Hameln; — er ist den 2. December 1751 zu Nörten bei Göttingen geboren worden und den 31. December 1819 zu Hameln gestorben.

Vereinigung mit Feuermaterie in Stidgas über. Auch andere Chemiker glaubten an diese Verwandlung des Wassers in Stidgas, und wollten diese auch beobachtet haben, wenn sie Wasserdünste durch glühende Glas- und Metallröhren streichen ließen, obgleich von anderer Seite wiederholt gezeigt worden war, daß eine solche Erscheinung nur bei der Anwendung von porösen Röhren, nicht bei der von metallenen oder gläsernen, wenn man auch poröse Thonröhren in diese hineinlegt, auftritt.

Im Jahre 1798 wurde von mehreren Seiten die Erscheinung als darauf beruhend erklärt, daß Luft in die poröse Röhre von außen eindringe und zwar mehr Stidgas, als die atmosphärische Luft enthalte, weil ihr Sauerstoffgehalt vorher durch die, die Röhren umgebenden glühenden Kohlen, vermindert werde. Christoph Girtanner (med. Dr., seit 1787 in Göttingen Privatgelehrter)*) suchte hingegen, kurz vor seinem Tode, zu zeigen, daß die Bildung von Stidgas darauf beruhe, daß die erdige Substanz der Röhre dem Wasser Sauerstoff entziehe. Kurz es wurden manche verschiedene Ansichten ausgesprochen, und der Stidstoff schließlich für eine chemisch-einfache Substanz gehalten, bis H. Davy im Jahre 1808 bei Versuchen über die Einwirkung des Kaliums auf das Ammoniak zu der Vermuthung kam, daß der Stidstoff Sauerstoff enthalte. Jedoch bekannte er bald, daß die Vermuthung auf sehr vagem Fuße stehe, und Versuche, welche er 1809 über die Zerlegung des Stidgases anstellte, bestätigten seinen Irrthum.

Später erkannte man den Stidstoff als einen Bestandtheil des Ammoniak und der Salpetersäure-Verbindungen. Zu dieser Erkenntniß gab zunächst die Kenntniß des Salpeters Veranlassung.

Im Alterthum hatten, wie der allgemeine Theil lehrt, zwar Griechen und Römer wohl schon den Salpeter gekannt, aber wahrscheinlich in demselben nicht ein eigenthümliches Salz wahrgenommen; denn die Eigenschaft desselben, welche zuerst hätte bemerkt werden müssen, mit glühenden Kohlen zu verpuffen, wäre sicher nicht ohne Erwähnung geblieben. Das, was die Römer Nitrum nannten, war keinen Falls unser Salpeter, sondern kohlen-saures fixes Alkali, größtentheils Soda; die Andeutungen, welche über Nitrum gegeben worden sind, beziehen sich wohl keineswegs auf die Substanz, welche wir gegenwärtig Salpeter nennen, sonst wäre gewiß auch, da so häufig von dem Brennen des Nitrum bei den Alten die Rede ist, sicher auch der verpuffenden Eigenschaft des Salpeters oder einer bei dem Brennen auftretenden Feuererscheinung Erwähnung geschehen.

Später indessen, als man den Salpeter kennen lernte und ihn in der damaligen Gelehrten-Sprache lateinisch benennen mußte, legte man ihm den Namen Nitrum bei, weil bei den Schriftstellern des Alterthums so oft der Ausdruck

*) Geboren den 7. November 1760 zu St. Gallen, gestorben den 10. Mai 1800 zu Göttingen. — Während seines Aufenthalts in dieser Stadt machte er viele Reisen in die Schweiz, nach Frankreich England und Schottland.

„Nitrum“ gebraucht wird, und man nun glaubte, daß der Salpeter auch eine Art Nitrum, oder eine Abart sei.

Höchst wahrscheinlich sind die Araber, obgleich dieses Salz den Chinesen schon längere Zeit hindurch nicht unbekannt gewesen ist, zuerst mit dem Salpeter vertraut gewesen; wenigstens liefern ihre Schriften ein unzweideutiges Zeugnis hiervon. — Bei Geber kommt der Salpeter häufiger unter dem Namen: „sal petrae“ vor, und daß es das jetzt noch so benannte Salz ist, beweist die in des Gebri Libro de inventione veritatis erwähnte Anwendung zur Darstellung von Scheidewasser und Königswasser, wofür S. 22 Thl. I. in einem Citat die Vorschrift angeführt worden ist (s. d. Citat S. 22), so daß hiernach der erste sichere Nachweis für die Kenntniß und den Gebrauch des Salpeters in das 8. Jahrhundert n. Chr. Geb. fällt.

Auch Roger Baco und Albertus Magnus (im 13. Jahrhundert) gebrauchen die Ausdrücke: sal petrae oder sal petrosum für Salpeter.

Lange Zeit hindurch hat man indessen sal nitrum oder sal nitri von dem eigentlichen Nitrum unterschieden, weil unter diesem von den arabischen Schriftstellern noch manches Mal das Nitrum der Alten, kohlensaures fixes Alkali, verstanden wurde.

Ueber die Reindarstellung des Salpeters ist früher nichts bekannt gemacht worden, als daß Agricola sagte, derselbe werde aus einer fetten Erde bereitet; diese werde schichtenweise zusammengebracht mit einer Mischung, aus gebranntem, ungelöschtem Kalk und Asche hergestellt; er werde mit Wasser ausgelaugt, dieses auf die Hälfte abgedampft und dann abkühlen gelassen, wobei die erdigen Unreinigkeiten sich absetzten; wieder abgedampft, und nach Zusatz von Lauge der Krystallisation ausgesetzt und durch Umkrystallisiren gereinigt. Außerdem sagt er auch, daß man die ausgelaugte Salpetererde mit Zweigen mischen; nun mit der Mutterlauge von Salpeter begießen solle, und alsdann sei sie nach fünf bis sechs Jahren wieder zum Auslaugen reif.

Die Verwendung der Temperatur des Wassers, durch Auflösen von Salpeter in demselben, scheint schon im 16. Jahrhundert bekannt gewesen zu sein, und die leichte Schmelzbarkeit des Salpeters hat schon im 16. Jahrhundert Veranlassung gegeben, denselben vor dem Arzneigebrauch zu schmelzen, wodurch man seine Wirksamkeit zu steigern glaubte.

Ueber die Constitution des Salpeters wird sich zuerst bei Basilius Valentinus ausgesprochen. Dort ist von dem alten Stein der Weisen gesprochen und redet der Salpeter selbst folgendermaßen: „Zwei Elemente werden in mir am meisten befunden, als Feuer und Luft; Wasser und Erden am wenigsten; darum bin ich feurig und flüchtig; denn ein subtiler Geist steckt in mir. Mein höchster Feind ist der gemeine Schwefel, und doch mein bester Freund; denn so ich durch ihn gereinigt werde, und geläutert durch das Feuer, so stille ich alle Hitze des Leibes innen und außen, und bin die beste Arznei. Meine Kühlung ist äußerlich viel vortrefflicher, denn des Saturni, mein Geist aber viel salziger, denn einig Ding. Ich fühle und verbrenne, wie man mich haben will und danach ich be-

reitet werde. Sollen Metalle zerbrochen werden, so muß ich sein ein accidens. Außerhalb meiner Zerstörung bin ich wie Eis, wenn ich aber anatomirt werde, bin ich lauter höllisch Feuer.“

Obgleich man hieraus fast auf die entfernten Bestandtheile des Salpeters schließen könnte, so steht der Ausspruch ohne Zusammenhang mit der späteren Erkennung des Salpeters da.

Geber gibt sogar schon in seinem Opusculum: „De investigatione perfect. (in der früher angegebenen Ausgabe: *Artis chemicae principes Avicenna atque Geber etc.*) sub. Cap. p. 479 Vorschriften für die künstliche Darstellung und Reinigung des Salpeters; er sagt nämlich: *De salis nitri praeparationes*; „*Sal nitri sic praeparatur, dissolve sagimen vitri in aqua forti, distella per filtrum, et congela in vase vitreo, et sic optime clarificatur*;“ ferner lautet auf derselben S. ein zweiter Artikel: *De salis nitri praeparatione*: „*Sal petrae dissolvetur in aqua fortis, per filtrum destillatum congelatur in vase vitreo usque ad ipsius fusionem cristallinam*.“

Den Arabern war auch schon die Austreibung der Salpetersäure aus dem Salpeter bekannt und van Helmont wußte schon, daß sich dieses Salz in starkem Feuer zu Alkali brennt. — Uebrigens wird erst gegen das Ende des 17. Jahrhunderts die Ansicht ausgesprochen, daß Salpeter aus Salpetersäure und fixem Alkali besteht. Dieses scheint auch Glauber eingesehen zu haben, allein Boyle äußert sich bestimmt zuerst im Jahre 1667 darüber; er stellte aus Salpeter das Alkali durch Glühen oder durch Verpuffen mit Kohle dar, und das so bereitete Alkali regenerirte er zu Salpeter durch Zusatz von Salpetersäure. Auch schon Stahl sah ebenfalls den Salpeter als ein aus Säure und Alkali bestehendes Mittelsalz an und L. Lémery äußerte sich 1717 in demselben Sinne; Geoffroy behauptete 1717, in dem Salpeter sei kein Alkali enthalten, sondern Säure, Wasser und eine absorbirende, dem Kalk ähnliche Erde, und das Alkali entstehe erst bei dem Glühen und bei der Verpuffung und der Vereinigung der sauren und der erdigen Theile. Manche stimmten dieser Meinung bei, aber sowie das Stahl'sche System das herrschende wurde, drang auch die richtige Ansicht über die näheren Bestandtheile des Salpeters allgemein durch.

Was die Entstehung des Salpeters betrifft, so waren darüber die Meinungen sehr getheilt; am frühesten wurde die Ansicht vertheidigt, daß er ganz oder nach einem sehr wesentlichen Bestandtheile aus der Luft stamme. Daß die Luft zur Bildung des Salpeters beitrage hielt auch Boyle für wahrscheinlich, obgleich er die Art und Weise nicht näher bezeichnete.

Es lautet z. B. hierüber in dem bereits S. 74 aus seinen Schriften: „*The general history of the air*“ angeführten Citate: „*But though I agree with them, in thinking, that de air is in many places impregnated with corpuscles of a nitrous nature, yet I confess, I have not been hitherto convinced of all, that is wont to be delivered about the plenty and quality of the nitre in the air; for I have not found, that those, that build so much upon*

this volatile nitre, have made out by any competent experiment, that there is such a volatile nitre abounding in the air.“ Aber wie ebenfalls S. 74 schon angeführt, enthält sein *Tentamen physico-chymicum* (Sect. XXIX. Amsterd. 1667. 12. p. 180) ein experimentum „circa varias ac multiplices partes Nitri et ejusdam Redintegrationem, una cum Atomicis quibusdam considerationibus indidem ortis,“ woraus sich ergibt, daß Boyle die Mitwirkung der Luft zur Erzeugung des Salpeters nicht für unmöglich hielt.

L. Lémery (1717) war dagegen der Ansicht, daß nichts Salpeterartiges in der Luft enthalten sei, denn reines Alkali, lange der Luft ausgesetzt, werde nicht zu Salpeter; auch müsse sich ein Gehalt der Luft an Salpetersäure noch in anderer Weise, namentlich nach dem Athmen bemerkbar machen. Er hielt es vielmehr für wahrscheinlicher, daß der Salpeter in einigen vegetabilischen und in den meisten animalischen Theilen schon ganz erzeugt enthalten sei, aber er werde erst frei und nachweisbar durch die Fäulniß gemacht, und nur insofern die Luft diese befördere, trage sie zur Darstellung des Salpeters bei.

Fr. Hoffmann pflegte den Salpeter als *factum aëris* zu bezeichnen.

Stahl ging davon aus, daß es eine einzige Primitivsäure gebe, die Schwefelsäure, und Salpetersäure sei Schwefelsäure, welche durch eine gewisse Menge von Phlogiston verändert sei. Die Primitivsäure sei, wenn auch oft versteckt, in den meisten organischen Substanzen enthalten; die Fäulniß bewirke, daß sich mit ihr Phlogiston zu Salpetersäure verbinde, und so bilde sich bei der Fäulniß organischer Substanzen, wenn auch Alkali zugegen sei, Salpeter (s. auch S. 104 vierte Zeile v. unten und S. 105 die betreffende Stelle aus Stahl's *Chymia rationalis et experimentalis*). Diese Erklärung war während des Zeitalters der phlogistischen Theorie so lange angenommen, bis der Glaube an eine Primitivsäure in Verfall kam, und bald, nach der Entdeckung der wahren Beschaffenheit der Salpetersäure, näherten sich die Untersuchungen über die Salpeter-Bildung denen der Neuzeit.

Die Darstellung der Salpetersäure beschrieb zuerst Geber in seiner Schrift *de inventione veritatis* und gab an, daß man cyprischen Vitriol, *sal petrae* und Alaun nehmen solle. (S. hierüber die S. 22 aus Gebers Schrift *De inventione veritatis* Cap. XXIII. *de aquis solutivis e oleis incerativis* p. 182 oder in der früher angegebenen Ausgabe über Avicenna und Gebers ebendasselbst p. 734 citirte Stelle, die da heißt: „Et primo cum aqua nostra dissolutiva, de qua mentionem fecimus in summa nostra, cum loquuti fuimus de dissolutione cum aquarum acumine: Primo sume libram unam de vitriolo de Cypro, et libram semis salis petrae, et unam quartam aluminis Jameni, extrahe aquam cum rubedine (nicht wie S. 22 *rubigine**) alembici, nam dissolutiva est multum etc. (s. w. S. 22.)

Hieraus ergibt sich das oben angegebene, gewählte Material deutlich.

*) Ist jedenfalls in der anderen Ausgabe verdruckt; in der bezeichneten richtig als *rubedine* gesetzt und soll jedenfalls heißen, beim Rothglühen.

Raimund Lull ließ den Alaun weg und setzte dafür Zinnober zu; er wußte bereits, daß bei der Destillation im Anfange nur wenig Wasser übergeht und erst bei stärkerer Hitze die Säure.

Valentinus spricht von der Darstellung des Scheidewassers aus Salpeter und Vitriol als von einer bekannten Sache. Im 16. Jahrhundert wurde die Salpetersäure wiederholt dargestellt, weil damals ihre Anwendung zur Scheidung des Goldes vom Silber verbreitet wurde. Diejenigen, welche zuerst diese Kunst betrieben, gaben die Bereitung des Scheidewassers als sehr gefährlich an, und deshalb waren im Anfange des 16. Jahrhunderts nur Wenige, welche diese Kunst kannten, wiewohl schon Agricola in seiner Schrift „de re metallica“ diese Kunst lehrte uns eine beträchtliche Anzahl von Vorschriften zur Darstellung der Salpetersäure aus Salpeter, mit Vitriol oder Alaun angab. Glauber lehrte in seinen „Furni novi philosophici“ im Jahre 1648 die Säure aus Salpeter durch Vitriol oder Alaun oder Thonerde oder weißen Arsenik ausscheiden; auch schreibt man ihm die Bereitung der Säure, mittelst Salpeter und Vitriolöl, zu, wodurch man sie reiner und stärker erhalten haben soll, als es bis dahin geschehen ist.

Geber's Bezeichnungen der Salpetersäure werden in den citirten lateinischen Uebersetzungen seiner Schriften, wie auch die mehrfach citirte Stelle besagt, als aqua dissolutiva ausgedrückt, auch, obgleich sehr selten, aqua fortis genannt; ferner auch bei Albertus Magnus heißt sie aqua dissolutiva; bei Raimund Lull aber heißt sie aqua fortis, acuta oder Aqua calcinativa. Basilius Valentinus nennt sie aqua fortis, und Agricola aqua valens. Mit der Anwendung zur Scheidung des Goldes vom Silber erhielt sie im Anfange des 16. Jahrhunderts verschiedene Namen; so nannte man sie z. B. chrysulca (von χρυσός, Gold und ἔλκω ich ziehe fort, scheide). Bei Glauber wird die Salpetersäure spiritus acidus nitri, wenn sie aus Salpeter mit Alaun, aqua fortis, wenn sie aus Salpeter und Vitriol bereitet wurde, genannt. Die erste dieser Benennungen ging dann im 18. Jahrhundert in die Bezeichnung Acidum nitri über, welche schon Boerhave gewöhnlich gebraucht. In's Französische übersetzte man diese Bezeichnung durch acide nitreux, was bis 1787 Salpetersäure bedeutete. Von diesem Jahre an, wo eine neue Nomenclatur aufgestellt wurde, gebrauchte man den Ausdruck „acide nitrique“.

Im Jahre 1751 nahm Marggraf die Salpetersäure als einen Bestandtheil des Regenwassers wahr; er glaubte sie auch, wenn auch nur in geringer Menge, in dem Schneewasser gefunden zu haben; im Brunnenwasser wurde sie zuerst durch Marggraf im Jahre 1761 aufgefunden. Glauber nahm zuerst die Eigenschaften der Salpetersäure, organische Farbstoffe zu verändern, resp. zu zerstören, wahr. Boyle erwähnt auch in seinen „Considerations touching the usefulness of experimental natural philosophy“ im Jahre 1663, daß die Salpetersäure mehre Metalle nicht im concentrirten Zustande, sondern nur verdünnt angreift. Nach ihm machte Bohn im Jahre 1685 in seinen „Dissertationes Chymico Physicae“ wieder darauf aufmerksam.

Die erste theoretische Ansicht über die Constitution der Salpetersäure findet sich bei Mahow. In seinem Traktat de sale nitro et spiritu aëreo (1669) meint er, diese Säure enthalte zwei Bestandtheile, einen von der Erde stammenden und einen aus der Luft herkommenden, welcher letztere zwar feuriger Natur, aber mit Salzen verbunden doch nicht brennbar sei.

Diese Meinung blieb unbeachtet von der von Stahl, hauptsächlich in seiner Schrift: „Die Erzeugung des Salpeters“, 1734, aufgestellten, welche von allen seinen Schülern angenommen wurde. Nach dieser sollte die Salpetersäure in eine Abänderung der Primitivsäure, der Schwefelsäure sein und zwar sollte diese Abänderung in einer Verbindung mit Phlogiston, welche unter dem Einfluß von Fäulniß vor sich gehe, bestehen. Für diese Ansicht suchte man geltend zu machen, daß die schweflige Säure eine gewisse Aehnlichkeit mit der Salpetersäure habe; beide seien flüchtiger, als die Schwefelsäure, geben mit Kali ein lösliches Salz und zerstören Pflanzenfarben.

Auf diese unbestimmte Aehnlichkeit schloß man, daß die Salpetersäure eine ähnliche Zusammensetzung wie die schweflige Säure haben müsse, welche letztere ohne Zweifel aus Schwefelsäure und Phlogiston bestehe; nur müsse in der Salpetersäure das quantitative Verhältniß des Phlogistons und die Art, wie es mit der Schwefelsäure verbunden sei, ein anderes sein, als in der schwefligen Säure. Diese Erklärung fand viele Anhänger und sie wird in den meisten Compendien bis 1770 gelehrt.

Nach Saluzzo (Graf von) sollte die Salpetersäure, fabelhafter Weise sogar aus emphyreumatischer Säure, flüchtigem Laugenfalze, Kalkerde und ein wenig Kieselerde bestehen. — Bergman behauptete, daß die Salpetersäure eine durch Fäulniß dephlogistisirte Pflanzensäure sei; doch sind seine Ansichten hierüber sich widersprechend. So wurden damals noch mehr Meinungen aufgestellt, welche wegen der gleichzeitig stattfindenden Erkenntniß der wahren Constitution der Salpetersäure eine schnell vorübergehende Beachtung fanden.

Schon im Jahre 1776 bewies Lavoisier, daß die Salpetersäure als einen Bestandtheil Sauerstoff enthält; er zersetzte sie mittelst Quecksilber; er fing das sich bei der Auflösung dieses Metalls entwickelnde Salpetergas auf, aber auch das bei der Erhitzung des sich bildenden Salzes entweichende; er zerlegte den zurückbleibenden Quecksilberkalk durch starkes Erhitzen in Quecksilber und Sauerstoff, welchen letzteren er abge sondert auffing. Auf diese Weise stellte er als die Bestandtheile der Salpetersäure Salpetergas und Sauerstoff isolirt dar. Die Zusammensetzung des ersteren blieb ihm jedoch unentschieden. Cavendish fand (Philosophical transactions 1784), daß, wenn man durch eine Mischung von Stickgas und Sauerstoffgas elektrische Funken fortgesetzt durchschlagen läßt, und Lackmustrinctur sich in Berührung mit der Mischung befindet, jene geröthet wird. Lavoisier unternahm hierauf abermals eine Zerlegung der Salpetersäure, deren Resultat er in den Mémoires de Mathématique et de Physique, présentés à l'Académie des Sciences par divers Savants, im Jahre 1786 veröffentlichte;

er analysirte hier die Säure in dem Salpeter, indem er diesen mit Kohle verbrannte. Aus der sich bildenden Kohlenensäure bestimmte er den Säuregehalt der Säure, und der Rest des erhaltenen Gasvolums, nachdem er die Kohlenensäure hatte absorbiren lassen, gab den Stickstoffgehalt. Er bestimmte nach diesem Verfahren, die Zusammensetzung der Salpetersäure zu 20,5 Gewichtstheilen Stickstoff auf 79,5 Gewichtstheile Sauerstoff.

Durch diese Entdeckung der Bestandtheile der Salpetersäure wurde auch Aufklärung gegeben, wie diese Säure bei den Versuchen sich bilden könnte, welche man über die Verbrennung des Wasserstoffgases in (unreinem) Sauerstoffgase angestellt hatte. Priestley hatte kurz vorher bemerkt, daß sich dann eine Säure bildet, welche von einem gewissen Keir als Salpetersäure erkannt wurde. Cavendish zeigte 1784, daß diese Säurebildung nur stattfindet, wenn außer Wasserstoff und Sauerstoff auch Stickgas zugegen ist, und daß sie auf die Einwirkung der beiden letzteren Stoffe aufeinander beruht.

Der Professor Milner zu Cambridge entdeckte, 1789, die Entstehung des Salpetergases und der Salpetersäure aus Ammoniak, beim Hinüberstreichen des letzteren über glühenden Braunslein. Van Helmont war der Erste, welcher auf das bei der Einwirkung der Salpetersäure auf Metalle sich entwickelnde Gas aufmerksam wurde; jedoch verwechselte er es mit dem kohlensaurem Gase und nannte es, wie dieses letztere, spiritus sylvestris. Mayow erhielt bei seiner Auflösung des Eisens in Salpetersäure gleichfalls Stickoxydgas, ohne es als einen besonderen Körper zu erkennen; jedoch bemerkte er, daß die auf diese Weise erhaltene Luftart größtentheils von der Flüssigkeit absorbirt wird. Boyle lenkte in seinem Tractat de cosmicarum rerum qualitatibus im Jahre 1617 die Aufmerksamkeit darauf hin, daß die bei der Auflösung von Eisen oder Silber in Scheidewasser sich entwickelnde Luftart bei Berührung mit der atmosphärischen Luft rothe Dämpfe bildet. Die Bildung der letzteren erwähnt auch Stahl 1702 in seinem Specimen Becherianum. Hales erweiterte diese Wahrnehmung in seinen Vegetable Staticks (1727) durch die Erkenntniß, daß das aus Schwefelkies, Spießglanz, Stahlseile oder Quecksilber mit Salpetersäure sich entwickelnde Gas die Verbrennung nicht unterhält, und mit gemeiner Luft, unter Volumverminderung, trübe rothe Dämpfe erzeugt. Nach Hales schenkte jedoch kein Chemiker diesem Gegenstande Aufmerksamkeit, bis Priestley 1772 dieses Gas durch Einwirkung von Salpetersäure auf Kupfer darstellte. Um so mehr Beachtung fand es jedoch dadurch, weil es Priestley zur Eudiometrie anwandte. Im Jahre 1777 wurde es durch Einwirkung der Salpetersäure auf organische Materien, namentlich auf Zucker durch Brogniart erzielt; die Zusammensetzung desselben wurde im Jahre 1784 aus Cavendish's Entdeckung erkannt, nachdem Lavoisier schon 1776 gezeigt hatte, daß die Salpetersäure in Stickoxydgas und Sauerstoffgas zerlegt werden könne.

Die rothen Dämpfe, welche sich bei dem Zusammenbringen des Salpetergases mit Luft bilden, lernte man näher kennen, als die rothe rauchende Salpetersäure

untersucht wurde. Da man ehemals die Salpetersäure stets mittelst Destillation des Salpeters mit Vitriol, Thon oder Alaun sich darstellte, so erhielt man die Salpetersäure meist rauchend, und es wurden die rothen Dämpfe, welche sie dann auflöste, als ihr eigenthümlich betrachtet. Ueberhaupt wurden inzwischen sehr verschiedene Ansichten über diese rothen Dämpfe ausgesprochen, aber erst zu Scheele's Zeit wurde über derartige Erscheinungen richtiger geurtheilt, wenn auch die zur Zeit ausgesprochenen Ansichten im Sinn der phlogistischen Theorie lauteten. Scheele zeigte nämlich im Jahre 1774, daß die Entwicklung rother Dämpfe bei Vermischung einer Säure mit geglühtem Salpeter schon früher wahrgenommen auf der Bildung einer eigenthümlichen Säure beruhe, welche er als phlogistisirte Salpetersäure bezeichnete. Er bestätigte, daß diese so veränderte Salpetersäure selbst von vegetabilischen Säuren ausgetrieben werde. 1777 bestimmte Scheele seine Ansicht über die Phlogistisirung der Salpetersäure dahin, daß diese Säure mit wenig Phlogiston zu rothen Dämpfen, mit mehr Phlogiston zu einer farblosen Luft (Stickoxyd) sich vereinige, welche an der Luft einen Theil ihres Phlogistons abgebe und die vorige rothe Verbindung bilde. Die Vermischung mit der letzteren mache die Salpetersäure, nach Maßgabe ihres Wassergehalts, grün oder blau. Im Gegensatz zu der phlogistisirten Salpetersäure, bezeichnete Scheele die reine farblose Säure als dephlogistisirte Salpetersäure. — Daß sich die rothen Dämpfe, welche sich bei der Vermischung des Salpetergases mit der Luft bilden, wie eine Säure verhalten, zeigte jedoch auch Priestley im Jahre 1777 und Cavendish 1784; Priestley belegte sie mit dem Namen: „nitrous acid air“, glaubte, daß diese rothe Verbindung sich aus dem Salpetergas bilde, indem dieses letztere Phlogiston an die Luft abgebe. In welchem Verhältniß diese Verbindung zu dem Stickoxyd und der Salpetersäure stehe, folgerte indeß schon Lavoisier im Jahre 1776 aus seinen Versuchen über die Zerlegung der letzten Säure, wo er diese als eine Verbindung von Stickoxyd und Salpetersäure, eine zwischen diesen beiden, in der Mitte stehenden Zusammensetzung also betrachtete. Daß es nur eine intermediäre Oxydationsstufe zwischen dem Stickoxyd und der Salpetersäure gebe, wurde bis 1816 angenommen, zu welcher Zeit man den Unterschied zwischen der untersalpetrigen und salpetrigen oder der salpetrigen und Untersalpetersäure anerkannte.

Im Jahre 1722 entdeckte Priestley schon das Stickoxydgas, indem er auf Stickoxydgas feuchte Eisenfeile einwirken ließ. In diesem Gase, welches er erhielt, brannte eine Flamme besser, als in der gemeinen Luft, aber es unterhielt den Athmungsprozeß nicht. Später besprach er es wiederholt und erhielt es auch aus Stickoxydgas mit Schwefelleber und Schwefeleisen und aus verdünnter Salpetersäure mit Eisen, Zinn und Zink. Hinsichtlich der Constitution war er der Ansicht, es bestehe aus Salpetergas oder Stickgas, welches die dephlogistisirte Salpetersäure aufgelöst enthalte; er nannte es daher dephlogistisirte Salpeterluft. — Vom Ammoniak, der Wasserstoff-Verbindung des Stickstoffs, wird unter den Alkali-Metallen die Rede sein. —

W a s s e r; W a s s e r s t o f f.

Das Wasser galt seit den ältesten Zeiten bis vor etwa sechs Jahrzehnten als Element.

Bei den Griechen vertheidigte Thales (600 vor Christi) die Ansicht, daß das Wasser das einzig wahre Element sei, und nur aus ihm haben sich alle anderen Körper gebildet; Thiere und Pflanzen haben demselben ihre Entstehung zu verdanken.

Diodor äußert sich um das Jahr 30 vor Christi Geburt, der Bergkrystall entstehe aus dem reinsten Wasser, nicht durch Kälte, sondern durch die Einwirkung himmlischen Feuers. Auf eine solche Ansicht über die Entstehung dieses, aus reiner Kiefelsäure bestehenden Steins, aus Wasser deutet auch der Name *κρύσταλλος* (Eis), mit welchem Namen ihn die Griechen belegten, hin. Jedoch wird bald auch die mit dieser Benennung mehr übereinstimmende Meinung ausgesprochen, der Krystall entstehe aus dem Wasser nicht durch Wärme, sondern durch lange andauernde Kälte. So sagt Plinius, nachdem er von festen Körpern gesprochen hat, welche, seiner Meinung nach, aus Feuchtigkeit und Wärme entstanden sind: *Contraria huic causa crystallum facit, gelu vehementiore concreto. Non aliubi certe reperitur quam ubi maxime hibernae nives rigent, glaciemque esse certum est, unde et nomen Graeci dedere.* Ebenso äußert sich der jüngere Seneca und mehrere Andere jener Zeit, und dieselbe Ansicht berichtet uns auch Isidorus aus dem 7. Jahrhundert. Agricola bekämpfte erst diesen Irrthum im 16. Jahrhundert; er meint in seiner Schrift: *de ortu et causis subterraneorum*, wenn der Krystall auf diese Weise aus Wasser entstehe, so müsse er leichter sein, als Wasser, wie ja auch das Eis auf diesem schwimme; und er bestreitet allgemein, daß aus reinem Wasser, aber ohne einen Zusatz, irgendwie eine steinige Materie entstehen könne; nämlich es heißt dort: „*satis intelligimus, ex sola aqua non gigni lapidem ullum.*“ Die Ansicht, daß das Wasser sich durch Kälte zu steinigen oder erdigen Körpern verdichten lasse, findet seit jener Zeit sich selten ausgesprochen.

Im 17. Jahrhundert glaubten viele Alchemisten, daß eine geheime chemische Verwandlung des Wassers in Stein möglich sei und noch im vorigen Jahrhundert wurden manche derartige Fabeleien und Schwindeleien getrieben.

Becher äußert jedoch im 17. Jahrhundert in seiner *Physica subterranea* (nämlich 1669): *Falsum est ex glacie crystallos generari, quandoquidem etiam in locis generentur, ubi nec magna nec continua glacies observatur.* Uebrigens mögen die verschiedenen verkehrten Ansichten, welche noch hie und da auftauchten, hier übergangen werden; denn auch selbst Boerhave hatte unrichtige Ansichten. Er spricht sich freilich gegen die vermuthliche und mögliche Veredlung des Wassers in Erde in seinen „*Elementis Chemiae*“ aus; aber schien doch zu glauben, daß durch wiederholte Destillation des Wassers auch wiederholt Staub aus der Atmosphäre in dasselbe gelange.

Le Roy suchte, im Jahre 1767, vor der Pariser Akademie darzuthun, daß

alle die bis dahin angestellten Versuche die Verwandlung des Wassers in Erde nicht beweisen. Er meinte, die Erde sei nur dem Wasser aufgelöst beigemischt; ohne daß sie bei jedesmaliger Destillation neu entstehe, es setze sich dabei immer nur ein Theil von ihr ab, während der größere Theil mit überdestillire; durch fortgesetzte Destillation könne man wohl die im Wasser enthaltene Menge Erde vermindern, aber nie gänzlich abscheiden und deshalb setze sich auch bei noch so oft wiederholter Destillation eine kleine Menge Erde ab.

Zuerst zeigte Lavoisier den wahren Ursprung dieser Erde; seine Versuche über diesen Gegenstand sind in den Memoiren der Pariser Akademie für 1770 enthalten. Anstatt das Wasser erst wieder von Neuem zu destilliren, hielt es Lavoisier längere Zeit in einem verschlossenen Apparat im Kochen, wo das verdampfende Wasser sich im oberen Raume condensirte, stets wieder nach unten floß, um von Neuem zu verdampfen. Er ließ etwas über drei Pfund Wasser länger als ein Vierteljahr kochen, und der Apparat hatte jetzt noch dasselbe Gewicht, wie vorher. Das Wasser enthielt jetzt 20,4 Gramm Erde, das Glas des Gefäßes hatte hingegen nur 17,4 Gramm am Gewicht abgenommen. Lavoisier erkannte die Gewichtsdivergenz als einen Versuchsfehler und schloß aus dieser Beobachtung, das Wasser werde beim Sieden in Glasgefäßen nicht in Erde verwandelt, sondern die, welche sich nach dieser Operation darin finde, rühre von einer Auflösung des Glases her. Dieser Schluß wurde indessen nicht von allen Chemikern als richtig anerkannt. Demachy suchte ihn durch Versuche zu entkräften, welche er 1774 in dem Journal de Physique mittheilte; nämlich er wiederholte in zwei mit den Hälften zusammengeschmolzenen Retorten, deren eine er mit Wasser gefüllt hatte, die Destillation vielfach; nach der sechszehnten Destillation hatte der Apparat am Gewicht abgenommen, was Demachy als auf einer Verwandlung von Wasser in Luft berührend erklärte; es hatte sich Erde gebildet, und die Glasgefäße sollten am Gewicht nichts verloren haben. — Achard, welcher Versuche über denselben Gegenstand in dem Berliner Journal litteraire im Jahre 1776 veröffentlichte, vermied den Gebrauch der Glasgefäße; er ließ Wasser auf einer reinen silbernen Platte verdampfen und erhielt Erde, deren Entstehung er jedoch lieber in einer Scheidung, als in einer Verwandlung suchen wollte. So kamen denn mehrere Versuche zusammen, welche viele Chemiker in ihren Ansichten über diese wichtige Frage unsicher machten.

Scheele nahm deshalb die Untersuchung derselben von Neuem vor und theilte die Resultate in der Vorrede zu seiner „Untersuchung von Luft und Feuer“ im Jahre 1777 mit. Er fand als Bestandtheile der bei dem Kochen des Wassers in Glasgefäßen entstehenden Erde Kiesel-erde und wenig Kalk-erde und außerdem daß das Wasser Kali aufgelöst enthielt; es waren also die Bestandtheile des Glases in dem Wasser enthalten und das Glasgefäß selbst war angegriffen.

Inzwischen wurden viele Discussionen erlassen, wenn auch Manche, wie z. B. Boyle den elementaren Zustand des Wassers bezweifelten, so sprach sich doch Becher nicht dagegen aus und es betrachtete selbst Boerhave das Wasser wie seine

sämmtlichen Vorgänger, als einen wirklich einfachen Körper, und diese Meinung hielt sich bis zum Jahre 1781 allgemein; man kannte bis dahin auch die Bestandtheile desselben.

Cavendish gebührt die Erkenntniß der Natur des Wassers, und Lavoisier hat ohne Zweifel Vieles dazu beigetragen, die Zusammensetzung des Wassers zu bestätigen und sie namentlich auch analytisch nachzuweisen.

Die Zerlegung des Wassers bei der Lösung von Eisen, Zink und ähnlichen Metallen in Schwefel- oder Salzsäure wurde gleich nach der Entdeckung der Zusammensetzung jener Körper erkannt.

Die Zerlegung des Wassers durch Reibungs-Electricität entdeckten Deimann und Paets van Troostwyk (im Jahre 1789), die durch galvanische, Nicholson und Carlisle (im Jahre 1800).

Mit der Erkenntniß der Zusammensetzung des Wassers hatte man nun auch ein Erkennungsmittel für den Wasserstoffgehalt der Körper gewonnen. Lavoisier zeigte sogleich 1783, im Weingeist müsse Wasserstoff sein, denn beim Verbrennen bilde er Wasser, was nicht Abgeschiedenes sein könne, da man mehr Wasser erhalte, als der angewandte Weingeist gewogen habe. Diese Wasser-Bildung bei der Verbrennung organischer Substanzen war schon früher bemerkt, aber nicht erklärt worden. — E. F. Geoffroy hatte die Wasserbildung aus verbrennendem Weingeiste 1718 beschrieben; aber viel genauer ging Boerhave 1732 auf die Untersuchung dieser Erscheinung ein. Er verbrannte Weingeist, welcher durch langsame Destillation über Potasche rectificirt worden war, unter einem großen gläsernen Helm und erhielt viel Wasser. Boerhave blieb bei der Thatsache stehen und drückte diese zuletzt in einer Art aus, welche Aufmerksamkeit verdient, da sie von derjenigen nicht viel verschieden ist, in welcher später die erste Entdeckung der Bildung des Wasser angegeben wurde.

Scheele behauptete namentlich im Jahre 1785, daß das bei der Verbrennung des Wasserstoffs zum Vorschein kommende Wasser nicht gebildet, sondern nur abgeschieden, kein Product, sondern ein Educt sei. Er meinte, das Sauerstoffgas bestehe aus Wasser, wenig Phlogiston und einer gewissen salinischen Materie, und das erstere sei wohl, dem Gewicht nach, der bei Weitem vorherrschende Bestandtheil; das Wasserstoffgas aber enthalte nur Wärme und Phlogiston; denn Wasser könne es, seinem geringen specifischen Gewichte nach, zu urtheilen, nicht wohl enthalten. Bei der Verbrennung beider Gasarten setze sich das Wasser aus dem Sauerstoffgas ab, während alle sonst vorhandenen Bestandtheile sich zu Licht und Wärme vereinigen.

In ähnlicher Weise, die Uebereinstimmung zwischen den Gewichten der verbrannten Gasarten und dem gebildeten Wasser gleich wenig berücksichtigend, äußerten sich Priestley und mehrere Andere, und Ersterer namentlich behauptete noch 1800 in seiner Schrift: „The doctrine of phlogiston established and that of the composition of water refuted“, das Wasser scheide sich bei der Verbrennung des Wasserstoffs nur aus diesem und dem Sauerstoff aus, es sei diesen Gasen nicht

blos beigemischt, sondern ein wahrer Bestandtheil derselben; Wasser scheine ihm bei der Bildung aller Arten von Gas, und namentlich des Wasserstoffs, als ihr nothwendigster Bestandtheil in sie überzugehen, und sein Gewicht mache wahrscheinlich blos aus, was sich an den Gasen durch Gewicht bestimmen lasse.

Was die Uebereinstimmung zwischen den Gewichtsverhältnissen angeht, so äußerte sich Priestley, er habe nie so viel Wasser, dem Gewichte nach, erhalten können, als die angewandten Mengen von Wasserstoff und Sauerstoff betragen hätten. Ganz im Sinne der phlogistischen Theorie meinte er aber auch, es käme bei solchen Untersuchungen überhaupt gar nicht sowohl auf die Gewichtsverhältnisse, als auf die Qualität des sich bildenden Wasser an. Wäre die Zusammensetzung des Wassers so, wie man es behauptete, so müsse sich bei der Zerlegung des Wassers stets Sauerstoff und Wasserstoff bilden, bei der Verbindung dieser beiden Gasarten aber nur Wasser. Beides werde jedoch nicht stattfinden; man könne aus Wasser z. B. entzündliche Luft ohne Sauerstoffgas erhalten, wenn man Wasserdämpfe sehr langsam über glühende Kohlen streichen lasse; es bilde sich hierbei keine fixe Luft, also nichts, was man, auch nach der neuen Theorie, als Sauerstoff annehmen könne, sondern nur entzündliches Gas. Bei der Verbrennung des Wasserstoffs erhalte man immer als das eigentliche Product der Verbrennung Salpetersäure.

Daß dieses Product etwas Anderes als Wasser sei, haben die Phlogistiker schon seit 1784 behauptet. Kirwan suchte in diesem Jahre gegen Cavendish zu beweisen, Kohlensäure bilde sich bei jeder Verbrennung, also auch bei der des Wasserstoffs. Diese Meinung lag sehr nahe, da Kirwan den Wasserstoff als Phlogiston betrachtete, und da zugleich vor Stahls Zeiten angenommen war, die Kohlen, welche bei der Verbrennung Kohlensäure bilden, seien überreich an Phlogiston. Zwischen Cavendish und Kirwan wurden in den Philosophical transactions für 1784 mehre Streitschriften über diesen Gegenstand gewechselt, ohne daß jedoch der Letztere seine Ansicht aufgab.

Die meisten Anhänger hatten die Ansicht, daß das eigentliche Resultat bei der Verbrennung von Wasserstoff Salpetersäure sei. — Priestley fand 1781, als er Knallgas in kupfernen Gefäßen detoniren ließ, in den Gefäßen eine blaue Flüssigkeit, deren chemische Natur er aber nicht bestimmen konnte; er wandte sich deshalb an Keir, welcher daraus Salpetersäure und Kupfer erkannte. Mehre Chemiker, wie z. B. Fourcroy, Bauquelin und Seguin fanden 1790, daß, wenn man die Verbrennung des Wasserstoffs sehr langsam vor sich gehen läßt, keine Salpetersäure gebildet wird. Priestley behauptete indessen fortwährend, daß die Säure-Bildung ein wesentlicher Ersatz der Verbrennung des Wasserstoffs sei und einige Chemiker traten seiner Meinung bei. Berthollet setzte deshalb zu jener Zeit die Gründe aus einander, weshalb eine solche Ansicht nicht zulässig sei. Die meisten Chemiker erkannten auch nachher an, daß sich bei der Verbrennung des Wasserstoffs zunächst ein Wasser bilde; nur Priestley blieb mit Hartnäckigkeit noch 1800 dabei, Salpetersäure sei das wesentliche Erzeugniß, ohne indessen zur Zeit noch Anhänger zu finden.

So erschienen denn die hauptsächlichsten Hindernisse, welche der Anerkennung, das Wasser sei aus Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzt, bisher in den Weg gestellt wurden, hinweggeräumt. Allein die Ansicht, das Wasser sei ein elementarer Stoff, hatte zu lange geherrscht, als daß nicht alle irgend denkbaren Ideen aufgestellt worden wären, wie man diesen Satz noch länger vertheidigen könne.

Im Jahre 1800 war es nun nicht mehr möglich, mit Rücksicht auf die Gewichtsverhältnisse zu bezweifeln, daß sich Wasser aus Wasserstoff und Sauerstoff bildet, ohne in diesen Gasen als Bestandtheil, mit anderen wägbaren Substanzen verbunden, enthalten zu sein. Man versuchte nun, die Einfachheit des Wassers dadurch zu retten, daß man annahm, es sei in jenen Gasen mit unwägbar und sich entgegengesetzten Principien verbunden enthalten. Ritter versuchte dies 1801; er goß deshalb in eine zweischenklige Röhre concentrirte Schwefelsäure und dann in jeden Schenkel vorsichtig, um Vermischung zu verhüten, Wasser. Er betrachtete diese beiden Quantitäten als jetzt ganz getrennt: in die eine ließ er das positive, in die andere das negative Polende einer galvanischen Säule tauchen, und jenes Wasser verwandelte sich in Sauerstoffgas, dieses in Wasserstoffgas, woraus Ritter schloß, Sauerstoffgas sei Wasser mit negativer, Wasserstoffgas sei Wasser mit positiver Electricität verbunden, eine Ansicht, welche bei der rasch voranschreitenden Erkenntniß des Galvanismus sich bald als unhaltbar zeigte.*)

Kohlenstoff (C) und dessen Verbindungen.

Der als Diamant, Graphit und amorphe Kohle auftretende Kohlenstoff wurde zuerst von Lavoisier, als ein Element angenommen. — Berzelius nannte das dimorphe (von *dis*,**) zwei, *ἡ μορφή*, Gestalt), in zwei Krystallgestalten Auftreten des Kohlenstoffs allotropisch, wie er überhaupt einen solchen Zustand bei einem Element Allotropie (von *ἄλλος*, ein anderer und *ὁ τρόπος*, die Art, Beschaffenheit) zu nennen pflegte.

Ueber die Kohlensäure finden sich zuerst Andeutungen bei Libavius als eigenthümliche Substanz in den säuerlichen Mineralwässern. In seiner Schrift: „de judicio aquarum mineralium“ 1597 nennt er als die Ursache des sauern Geschmacks der Sauerlinge, bald die Bildung einer solchen Säure, welche durch Fäulniß entstehe, bald den Gehalt an mineralischen Säuren; die Säure der ersten Art wird von ihm als ein Spiritus bezeichnet. Er macht auf die große Flüssigkeit dieses Spiritus aufmerksam und scheint zu glauben, daß er darin als geistiges Princip und nicht als ein ponderabler Bestandtheil enthalten sei.

Bestimmtere Erfahrungen über die Kohlensäure wurden durch van Helmont gezeigt. Unter den verschiedenen Lustarten, welche er als Spiritus sylvestris oder Gas sylvestre bezeichnete, ist es namentlich das kohlensaure Gas, welches er häufig

*) Ueber die fixe Luft, welche man in früherer Zeit beachtete, und auf Wasserstoff deutete, s. Thl. I.

**) *dis*, zwei Mal, doppelt.

so nannte und worüber er die meisten Beobachtungen anstellte. Dieses Gas entwickelt sich nach ihm aus kalkigen Substanzen und Alkalien mit Säuren. Es entwickelt sich bei der Gährung und findet sich deshalb in Kellern; es ist die Luft, welche in der Hundsgrotte und an anderen Orten sich als erstickende zeigt; endlich kommt es in den Sauerlingen (von Spaa) vor.

Obgleich van Helmont die Kenntniß über die Kohlensäure erweiterte und Wren, sowie Bernouilli darthaten, daß sich aus gährenden Flüssigkeiten, aus milden Alkalien und Kreide durch Säuren ein luftförmiger Körper entwickeln läßt, so war es doch Fr. Hofmann, welcher genaue Angaben über die Eigenschaften der in Mineralwassern vorkommenden Kohlensäure macht. Diese Lustart heißt bei ihm am häufigsten *Principium spirituosum* oder *Spiritus mineralis*. Sie entwickelt sich aus dem Mineralwasser in Blasen, und zwar mitunter so heftig, daß sie die Gefäße, worin jenes eingeschlossen ist, zersprengt.

Hales erhielt, bei mehreren seiner Versuche, Kohlensäure, ohne diese jedoch von der gemeinen Luft zu unterscheiden. Er bemerkte, daß das Wasser der Sauerbrunnen viel mehr Luft in sich enthalte, als gewöhnliches Wasser, und glaubte, jene verdanken diesem größeren Gehalt an Luft ihren eigenthümlichen Geschmack. Auch Boerhave unterschied 1732 das Gas *sylvestre* von der gemeinen Luft nur nach der erstickenden Wirkung des ersteren.

Ein gewisser Benel, später Professor in Montpellier, behauptete dagegen, in den Sauerbrunnen sei Nichts, was den Namen einer Säure verdiene; ihre ausgezeichneten Eigenschaften erhalten sie, nach ihm, durch ihren großen Gehalt an Luft, und diese hielt Benel für identisch mit der atmosphärischen Luft. Nicht in der Absicht, eine besondere Art von Luft mit Wasser zu verbinden, sondern der bequemen Operation wegen, schlug Benel vor, Wasser in der Art mit Luft zu sättigen und künstliche Sauerlinge zu bereiten, daß man gleiche Theile Soda und Salzsäure in einem sogleich zu verschließenden Gefäße mit Wasser zusammen bringe.

Benel's Ansichten fanden nach verschiedenen Richtungen hin Widerspruch, indem Einige behaupteten, der Geschmack der Sauerlinge komme nicht von der darin enthaltenen Luft; Andere waren der Ansicht, daß dies zwar der Fall sei, aber diese Luft sei von der gemeinen Luft verschieden. Zu den Ersteren gehörte Demachy, welcher in seinen Anmerkungen im Jahre 1751 zu Zunders *Conspectus Chemiae* meinte, es sei eine falsche Hypothese, als Ursache eines Geschmacks einen Körper zu betrachten, der vollkommen geschmacklos sei; niemals könne die alleinige Beimischung von Luft einen Körper sauer schmeckend machen. Gründlichere Kenntnisse über den eigentlichen Bestandtheil der Sauerbrunnen, obgleich sie nicht ursprünglich in dieser Richtung gehalten waren, verbreiteten Blafs Arbeiten über die Kohlensäure.

Blaf zeigte, daß diese Lustart von der gemeinen Luft, was chemische Eigenschaften und Wirkungen auf das Athmen und die Verbrennung angeht, verschieden ist; daß dieselbe Lustart, welche er aus kohlensauren Alkalien durch Säuren entbinden konnte, sich auch bei der Gährung, bei der Verbrennung von Kohlen und beim Athmen bildet. Als das wesentlichste Kennzeichen der Kohlensäure betrachtete

Blas ihr Vermögen, mit Alkalien und mit Kalk Verbindungen einzugehen, und namentlich den letzteren aus dem Kalkwasser niederzuschlagen; von diesem Vermögen, an Alkalien sich binden zu lassen, nennt Blas diese Luft gebundene Luft, fixe Luft. Er sprach überdies noch aus, daß sie die Alkalien bis zu einem gewissen Grade neutralisirt, also in gewisser Beziehung die Eigenschaften einer Säure hat.

In Beziehung auf die Kenntniß der fixen Luft ist besonders Macbride's *Experimental-Essays* (1764) hervorzuheben. Er untersuchte nämlich die Bildung der fixen Luft bei der Gährung oder Fäulniß organischer (pflanzlicher und thierischer) Substanzen. Er wies nach, daß im frisch gelassenen Blute Kohlensäure sich vorfindet. Indem er die Fäulniß als auf einer Entwicklung von fixer Luft beruhend betrachtete, erklärte er die zerstörende Wirkung des Kalks auf thierische Körper, weil dieser, durch seine Verwandtschaft zur fixen Luft, ihre Bildung, also Fäulniß, in hohem Grade befördere.

Cavendish bewies im Jahre 1767, daß die fixe Luft zwar Kalk und Talkerde aus ihrer Auflösung in Wasser fällt, in größerer Menge vorhanden, aber diesen Niederschlag wieder auflöst. Er erklärte auf diese Weise, wie sich diese Erden in natürlich vorkommenden Wässern vorfinden können, und weshalb sie sich bei dem Kochen niederschlagen.

Bergman nannte im Jahr 1774 die fixe Luft, Luftsäure (*acidum aëreum*). Er wies nach, daß in der Atmosphäre keine Schwefelsäure enthalten ist; reines Alkali, welches vier Jahr lang der Luft ausgesetzt gewesen war, hatte keine Spur von Schwefelsäure aufgenommen. Er bewies überhaupt, daß das in den milden Alkalien enthaltene Gas eine Säure sei; er wiederholte ferner die Versuche über die Auflösungskraft, welche dieses Gas in Wasser gelöst auf Eisen, Zink, Mangan, kohlensauren Kalk und kohlensaure Talkerde ausübt. Er schrieb dem Gehalte an diesem Gase den erfrischenden Geschmack der Sauerbrunnen zu. Er bewies endlich, daß dieses Gas in der Atmosphäre vorhanden ist, durch die Beobachtungen, daß die ätzenden Alkalien und gebrannter Kalk an der Luft milder werden, daß Kieselerde, in Kali aufgelöst, sich an der Luft allmählig abscheidet, daß hier dieselben Wirkungen langsam eintreten, welche man durch Zuleiten von vielem kohlensauren Gase schneller hervorbringen kann. Auch Priestley beschäftigte sich zu jener Zeit mit der Untersuchung der Kohlensäure. Seine Versuche gingen ursprünglich darauf hinaus, die beste Methode zur Sättigung des Wassers mit diesem Gase aufzufinden. Lavoisier untersuchte diesen Körper ebenfalls und veröffentlichte seine Untersuchung in seinen *Opuscles physiques et chimiques* im Jahre 1774, welche zur Bestätigung von Blas's Lehre diene.

Die Kohlensäure kannte man früher nur in gasförmigem Zustande, bis Faraday (1823) dieses Gas in flüssigem Zustande darstellte und Thilorier 1835 dasselbe fast gewann.

Zuerst scheint man die Kohlensäure für etwas Schwefliges gehalten zu haben, wie man denn früher jede unbekannte Säure auf die Schwefelsäure zu beziehen suchte.

Sobald Lavoisier die Entdeckung des Sauerstoffs richtig aufgefaßt hatte, sprach er sich über die Natur der Kohlensäure aus und, seinen Versuchen zufolge, fand er, daß die Kohlensäure aus 72,1 Sauerstoff und 27,9 Kohle zusammengesetzt sei, wiewohl diese Zusammensetzung nicht als richtig anerkannt werden kann. Er nahm als annähernd richtig an, daß in der Kohlensäure 72,7 Sauerstoff und als Uebrigcs (27,3) Kohle enthalten sei.

Später veröffentlichte Lavoisier, daß das Verhältniß der Bestandtheile der Kohlensäure 23,5 bis 28,9 Kohlenstoff auf 76,5 bis 71,1 Sauerstoff sei und Lavoisier nahm das Verhältniß von 28 zu 72 als das annähernd richtige an.

Was die Volumverhältnisse bei der Bildung der Kohlensäure betrifft, so war Lavoisier's Bestimmung weniger genau. Schon bei seinen Versuchen über die Verbrennung des Diamants gab er an, die Luft verliere am Umfang, wenn sie durch Entzündung des Diamants in ihr in Kohlensäure umgeändert werde; später aber bestimmte er, daß aus 114 Volumtheile Sauerstoffgas 109 Volumtheile Kohlensäure werden.

Fontana entdeckte 1777, daß die Kohle, wenn sie frischgeglüht unter Quecksilber erkaltet wird, das Vermögen hat, jede Lustart zu absorbiren. Gleichzeitig bemerkte Scheele diese Wirkung der frischgeglühten Kohle auf atmosphärische Luft. Fontana's Versuche wurden durch Priestley und Andere bestätigt. Auch erkannte man 1779, daß der Graphit im Wesentlichen Kohlenstoff ist. Uebrigens bleibt es unentschieden, ob die Alten mit einer der Benennungen, welche bei ihnen für metallisch aussehende, abfärbende Substanzen gebraucht sind (plumbago, molybdaena etc.) das Reißblei oder den Graphit besonders bezeichnet haben, oder ob er ihnen nur bekannt war. Die ersten zuverlässigen Angaben über die Bekanntschaft mit diesem Mineral stammen aus den Schriftstellern her, welche der Bleistifte Erwähnung thun, und zwar ist dieses zuerst von Seiten des Conrad Gessner geschehen, welcher in seinem Buche (1665) einen Bleistift abbilden ließ und dazu eine Beschreibung lieferte; ausführlicher aber beschreibt Cäsalpinius in seiner Schrift: „de metallicis“ (1596) den Bleistift.

Seit diesen Zeiten ist das Reißblei bekannt, wiewohl die Natur desselben erst später entdeckt wurde; denn man hielt es für eine dem Talc verwandte Substanz, wegen der Aehnlichkeit, die es mit diesem in der Weichheit und hinsichtlich der Feuerbeständigkeit hat.

Pott suchte 1740 zu zeigen; daß das Wasserblei kein Blei enthalte; aber seine Untersuchung war der Art, daß sich kaum mit Sicherheit angeben läßt, ob er Graphit oder Schwefelmolybdän vor sich gehabt hat.

Lange Zeit hindurch hatte man die Kohlensäure für das einzige Dryd des Kohlenstoffs gehalten und am wenigsten vermuthete man, daß noch eine niedrigere Drydationsstufe als brennbares Gas existire. Diese niedrigere Drydationsstufe, des Kohlenoxydes wurde mit dem Wasserstoffgas verwechselt, als man sie zuerst darstellen lernte. Das Kohlenoxyd sammelte zuerst Laffone; in seinen Versuchen über Gase, welche derselbe 1776 veröffentlichte, spricht er auch von der Dar-

stellung eines brennbaren Gases durch Glühen von Zinkoxyd und Kohle. Die dadurch erhaltene Luft konnte er nicht zum Detoniren bringen, wenn er sie mit gemeiner Luft gemischt abbrannte; sie brannte mit blauer Flamme und wurde durch Salpetergas nicht geröthet. Priestley erwähnte im Jahre 1783, daß sich entzündliche Luft durch Erhitzung von Hammerschlag mit Holzkohle bereiten lasse. Guyton de Morveau erwähnt 1784 in einer Schrift über Aerostaten davon, daß man das brennbare Gas auch durch Reduction des Zinkkalks mit Kohle erhalten könne; Lavoisier und Laplace, welche 1784 eine Abhandlung über die Zerlegung des Wassers vor der Pariser Akademie lasen, beschrieben in derselben als die Wirkung des Wassers auf glühende Kohlen, daß sich das Wasser zerlege, der Wasserstoff frei werde und der Sauerstoff mit der Kohle Kohlen säure bilde. Alle entzündliche Luft, welche hierbei entsteht, hielten sie für reines Wasserstoffgas. So wurde zu jener Zeit die Bildung von Kohlenoxyd noch öfters beobachtet, aber dieses Gas wurde nicht von dem Wasserstoff unterschieden.

James Woodhouse,*) stellte eine große Reihe von Versuchen über die Bildung der brennbaren Luft aus Kohle mit Hammerschlag an, und zeigte, daß man dieselbe auch mit Zink-, Kupfer-, Blei-, Braunstein- und Wismuthoxyd erhalten könne. Er vertheidigte gegen Priestley, daß in diesen Oxyden Sauerstoff enthalten sei, und bewies, daß die Entstehung der brennbaren Luft nicht auf einer Austretung von Wasserstoff aus der Kohle beruhe. Er zeigte ferner, daß die entstehende brennbare Luft nicht reiner Wasserstoff sei, sondern Kohle enthalte; doch glaubte er, die Kohle sei hier mit Wasserstoff verbunden und somit seien die Versuche nach Priestley's Theorie sehr günstig und Lavoisier's Ansichten widersprechend.

Gleichzeitig mit Woodhouse, beschäftigte sich in England Cruikshank mit diesem Gegenstande. Er stellte dieselben Versuche an, wie Woodhouse, erkannte aber sogleich aus dem verhältnißmäßig großen specifischen Gewichte des brennbaren Gases, daß es kein Kohlenwasserstoffgas sein könne. Er fand weiter, daß die von Priestley aus kohlen saurem Baryt mit Hammerschlag erhaltene brennbare Luft dasselbe Gas ist, und daß man es noch reichlicher erhalten kann wenn man kohlen sauren Kalk mit Eisenfeile glüht.

Berthollet war der festen Ansicht, daß in die Zusammensetzung des Kohlenoxyds auch Wasserstoff eingehe; jede Kohle enthalte Wasserstoff, und das brennbare Gas, welches aus der Einwirkung der Kohle auf Metalloxyde entstehe, gleichfalls. Er suchte gegen Clément und Désormes, welche den Wasserstoffgehalt des Kohlenoxyds leugneten, geltend zu machen, daß das Kohlenoxyd specifisch leichter sei, als die Kohlen säure, obgleich in dem ersteren mehr Kohlenstoff mit Sauerstoff verbunden sein sollte, als in der letzteren, und er behauptete, es gebe

*) James Woodhouse, geboren 1770 zu Philadelphia, gestorben daselbst 1809, war Professor der Chemie an dem dortigen College.

keine Gasart, welche specifisch leichter sei, als der leichteste ihrer Bestandtheile. Auch im Jahre 1803 vertheidigte er in seiner mehrfach erwähnten *Statique chymique* den Wasserstoffgehalt des sogenannten Kohlenoxyds, welches er deshalb auch *hydrogène oxi-carburé* nannte.

Sowie das Kohlenoxyd wurden auch die verschiedenen gasförmigen Verbindungen von Kohlenstoff und Wasserstoff längere Zeit mit dem letzteren verwechselt. Aber auch nach der Erkenntniß, welche Bestandtheile in den letzteren Gasen enthalten sind, herrschte lange eine große Unsicherheit in der Hinsicht, wo viele Verbindungen aus Kohlenstoff und Wasserstoff als selbständig anzunehmen waren.

Plinius gedenkt schon der brennbaren luftförmigen Effluvien aus verschiedenen Gegenden der Erde. Basilus Valentinus redet von den Feuererscheinungen, welche in den Bergwerken vorkommen, und von den erstickenden Schwaden, welche vor den Feuererscheinungen bemerkbar sind; er hielt indessen diese Schwaden nicht für brennbar, sondern war der Ansicht, das Feuer komme aus dem Gestein, um die giftige Luft zu vertilgen. Libavius gedenkt im Jahre 1600 entzündlicher Grubenwerke.

Volta war es jedoch zuerst, welcher das entzündliche Sumpfgas 1776 genauer untersuchte. Diese Luft war schon früher manchmal der Gegenstand von Untersuchungen gewesen, mehr indessen in Bezug auf ihre gesundheitswidrigen Eigenschaften, als hinsichtlich ihrer chemischen Constitution. Sylvius de la Boë kannte die Schädlichkeit des Sumpfgases und dessen unangenehmen Geruch, ohne indessen in bestimmter Weise seiner Entzündlichkeit Erwähnung zu thun, welche Volta entdeckte. Er verglich dieses Sumpfgas mit den auf andere Weise zu erhaltenden entzündlichen Luftarten.

Berthollet untersuchte im Jahre 1785 die Sumpfluft genauer, obgleich ihm ein bestimmtes Resultat nicht vergönnt war, außerdem, daß dieses Gas Kohle und Wasserstoff enthalte, und daß ihm im natürlichen Zustande immer Stidgas beigemengt sei. Die erste Beobachtung, daß sich bei der Vermischung von Weingeist und Vitriolöl ein brennbares Gas bilde, scheint Becher gemacht zu haben. Die erstere spätere Nachricht über das entzündliche Gas aus Weingeist und Schwefelsäure ist eine Angabe von Ingenhouß.

Mehre Chemiker glaubten an der Existenz von sauerstoffhaltigen Kohlenwasserstoffen. Die Existenz nicht gasförmiger Verbindungen von Kohlenstoff und Wasserstoff, wurde zuerst von Seiten Lavoisier's behauptet.

Die übrigen Kohlenstoffverbindungen gehören der späteren Zeit an.

Schwefel (S).

Der Schwefel ist schon seit den ältesten Zeiten bekannt; denn Homer gedenkt desselben schon als Räucherungsmittel, welches namentlich bei religiösen Ceremonien von den Alten vielfach angewandt wurde. Das Aufschmelzen des Schwefels scheint indessen nach Plinius nie mit einem Schwefelmetall, sondern nur mit unreinem gediegenen Schwefel vorgenommen zu sein. In Geber's Summa

perfectionis pars III. Caput XXVIII. pag. 541 heißt es de sulphure: „Dicimus igitur, quod sulphur est pinguetudo terrae, in minera terrae per temperatam decoctionem inspissata, quousque induretur et sicca fiat; et cum indurata fuerit sulphur vocatur.“

Die Darstellung der Schwefelmilch findet man auch zuerst bei Geber erwähnt (s. hierüber als Beleg, das Citat S. 21. in den Büchern, de inventione veritatis C. VI. p. 172. wie auch in der mehrfach angeführten Ausgabe: Caput VI. p. 718. wo es heißt, wie bereits S. 21. angegeben worden: „Sulphur vivum clarum et gummosum tere subtilissime et coque in lixivio facto“ etc. (Fortsetzung s. S. 21.). Der Schwefelblumen gedenkt zuerst Basilius Valentinus im 15. Jahrhundert, jedoch ohne Angabe ihrer Darstellung. — Daß der gewöhnliche Schwefel oftmals mit Arsenik verunreinigt ist, entdeckte Westrumb im Jahr 1793.

Was die Schwefelsäure betrifft, so spricht Geber, jedoch nur undeutlich, von dem spiritus, welcher sich durch starke Hitze aus dem Alaun treiben lasse und auflösende Kraft habe. Albertus Magnus spricht in seiner Schrift: „Compendium de compositis“ von einem spiritus vitrioli romani, welcher nur Schwefelsäure gewesen sein kann. Basilius Valentinus lehrt im 15. Jahrhundert die Darstellung der Schwefelsäure zuerst ausführlich. Man unterschied früher eine zuerst übergehende schwächere Schwefelsäure von dem stärkeren Vitriolöl. Ebenso glaubte man, die Säure sei verschieden, je nachdem man sie aus grünem oder blauem Vitriol darstellte. Libavius behauptete aber zuerst die Identität dieser beiden Säuren.

Anstatt des Eisenvitriols und Kupfervitriols, aus dem Libavius die Schwefelsäure darstellte, empfahl N. Lémery nur den Eisenvitriol für die Darstellung der Schwefelsäure; jedoch war es zuerst J. E. Bernhardt welcher die Darstellung der Schwefelsäure aus Eisenvitriol beschrieb, und zwar in seinen „chemischen Versuchen und Erfahrungen“, im Jahr 1755. Gleichzeitig wurde bekannt, daß in England solche Säure durch Verbrennung des Schwefels mit Salpeter fabrikmäßig dargestellt werde. Wer diese Bereitungsweise dort eingeführt hat, ist unbestimmt, wiewohl Cornelius Drebbel (der bekannte Erfinder des ersten Thermometers) der erste gewesen sein soll. Daß Verdünnung der Schwefelsäure ihr Vermögen, Metalle aufzulösen, bedeutend verstärkt, war schon früher erkannt worden. Darüber, daß die Schwefelsäure mit Begierde Wasser aus der Luft anzieht, stellte schon gegen das Ende des 17. Jahrhunderts Wilhelm Gould in Oxford Versuche an und theilte in den Philosophical Transactions für 1684 seine Beobachtungen mit, um wie viel das Vitriolöl der Luft ausgesetzt, am Gewicht zunimmt. Boyle konnte das Vitriolöl nicht zum Gefrieren bringen. Später veranlaßte Cavenish einen gewissen M'Nab, welcher an der Hudsonsbai sich aufhielt, Versuche über den Gefrierpunkt der Schwefel-, und Salpetersäure anzustellen, und die Philosophical Transactions für 1786 und 1788 enthalten Beobachtungen über den Gefrierpunkt dieser Säuren, wie er sich, je nach ihrer

verschiedenen Concentration, ändert. — Die Schwefelsäure wurde von den Pflögistern als ein einfacher Körper betrachtet, und selbst als die ursprüngliche Säure, welche, durch Beimischungen verändert, die anderen Säuren bilde.

Lange Zeit zweifelte kein Chemiker daran, daß die von Stahl aufgestellte Theorie über das Verhältniß der Schwefelsäure zum Schwefel richtig sei. Unbeachtet blieb, daß schon Boyle 1661 die Möglichkeit eingesehen hatte, der Schwefel könne Bestandtheil der Schwefelsäure sein, und unbeachtet blieb auch, daß Macquer dieses geradezu behauptet hatte. Die qualitative Constitution der Schwefelsäure wurde durch die Entdeckung des Sauerstoffgases durch Lavoisier ermittelt, wiewohl über das Mengenverhältniß der Bestandtheile noch Unsicherheit herrschte.

Nachdem jedoch Berthollet, Thénard, Chenevix, Trommsdorff u. mit diesem Gegenstande sich beschäftigt hatten, kam man immer mehr dahin, daß das Verhältniß des Schwefels zum Sauerstoff in der Schwefelsäure sich wie 40 zu 60 verhalte.

Der Schwefel wurde in dem antiphlogistischen System, vom Anfang an, als ein chemisch einfacher Körper betrachtet. Girtanner meinte 1800, er bestehe aus Schwefel und Sauerstoff. Mehr Aufsehen erregte es jedoch, als H. Davy 1809 den Schwefel als zusammengesetzt betrachtete. Versuche, wo er Kalium mit Schwefelwasserstoffgas behandelt hatte, und das gebildete Schwefelkalium mit Salzsäure weniger Schwefelwasserstoffgas entwickeln sah, als dem Wasserstoff, welchen das Kalium allein hervorgebracht hatte, entsprach — schloß er, in dem Schwefelwasserstoffgas müsse etwas enthalten sein, was dem Kalium die Eigenschaft nehme, aus wässriger Säure Wasserstoffgas zu entwickeln, und dieses könne nur Sauerstoff sein, der sich in dem Schwefel befinde. Ebenso glaubte er Schwefelkalium, durch directe Verbindung seiner Bestandtheile dargestellt, gebe mit Salzsäure weniger Schwefelwasserstoff, als dem von dem Kalium allein zu entwickelnden Wasserstoff entspreche. Erst Gay-Lussac und Thénard brachten es im Jahre 1809 dahin, daß die chemische Einfachheit des Schwefels nicht mehr ernstlich bestritten wurde.

Die Natur der wässerigen Schwefelsäure wurde später als die der wasserfreien erkannt, obgleich diese Substanz schon frühe beobachtet worden war. Basilius Valentinus hat indessen von einem krystallinischen Salze gesprochen, welches bei der Destillation des calcinirten Vitriols, erhalten werden könnte.

Viel früher, als die Schwefelsäure, war die schweflige Säure dargestellt, aber viel später wurde ihre eigenthümliche Natur erkannt. — Die bleichende Wirkung auf Pflanzenfarben kannte auch Paracelsus, welcher in seinem Tractat von natürlichen Dingen sagt: „Der rohe Schwefel hat eine Art an sich, daß er rothe Dinge weiß macht, durch seinen Rauch“ u. s. w. Libavius giebt in seiner Alchymia (1595) eine Vorschrift, die Dämpfe des (ohne Zusatz von Salpeter) brennenden Schwefels zu concentriren. Helmont war es schon bekannt, daß die Dämpfe des brennenden Schwefels die Flamme erlöschten, und sie wurden des-

halb von ihm als spiritus sylvestris bezeichnet. Uebrigens wurden Schwefelsäure und schweflige Säure stets verwechselt, bis Stahl den Unterschied zwischen beiden näher bestimmte. Nach Stahl steht die flüchtige Schwefelsäure zwischen dem Schwefel und der Schwefelsäure; sie ist eine Verbindung von Schwefelsäure mit wenig Phlogiston, der Schwefel eine phlogistonreichere Verbindung derselben Bestandtheile. Deshalb wird die schweflige Säure bei den Anhängern des Stahl'schen Systems phlogistisirte Vitriolsäure genannt, und ihre Entstehung bei dem Verbrennen des Schwefels wurde durch die Annahme erklärt, es zerlege sich dabei ein Theil des Schwefels in Phlogiston und Schwefelsäure, welche letztere mit einem andern Theile des unzerlegten Schwefels zu schwefliger Säure zusammentrete. Priestley stellte 1775 die schweflige Säure im Gaszustande dar, nannte diese Luftart vitriolic acid air und constatirte ihre Entstehung aus Schwefelsäure mit verbrennlichen Körpern. Um diese Zeit erhielt die schweflige Säure bei mehreren Schriftstellern noch einen Namen, welcher leicht zu Verwechselungen Anlaß gab, indem man sie als Schwefelsäure, im Gegensatz zu der eigentlichen Schwefelsäure oder Vitriolsäure, bezeichnete. Die Antiphlogistiker erkannten die schweflige Säure als Zwischenglied zwischen Schwefel und Schwefelsäure, suchten aber den Unterschied nicht in einem Phlogistongehalt der ersteren, sondern in dem ungleichen Sauerstoffgehalt beider Säuren.

Im Jahre 1799 wurde durch Chaus sier das unterschwefligsaure Natron ($\text{Na O, S}_2 \text{O}_2$) entdeckt, dessen Bildung dieser bei der Bereitung von Soda, durch Glühen des schwefelsauren Natrons mit Kohle, wahrnahm. Chaus sier fand ferner, daß man dasselbe Salz aus schwefliger Säure mit Schwefelnatrium oder aus schwefligsaurem Natron mit Schwefelwasserstoff erhalten kann, und hielt es für schwefelhaltiges hydrothionsaures Natron. Bauquelin zeigte sogleich, daß es schwefelsaures Natron mit Schwefel verbunden sei und entdeckte seine Darstellung durch Kochen des schwefligsauren Natrons mit Schwefel. Er betrachtete die unterschwefligsauren Salze als sulfates sulfurés, schwefelhaltige schwefligsaure Salze. Berthollet war der Ansicht, daß in ihnen mit der schwefligen Säure nicht Schwefel, sondern Schwefelwasserstoff verbunden sei.

Die unterschwefligsauren Salze wurden nach Bauquelin's Ansicht betrachtet, bis Gay-Lussac 1813 die Ansicht aufstellte, sie möchten eine niedrigere Oxydationsstufe des Schwefels, als die schweflige Säure enthalten, welche erstere er zuerst acide persulfureux, später acide hyposulfureux nannte.

Die Unterschwefelsäure ($\text{S}_2 \text{O}_3$) wurde im Jahre 1819 durch Welter entdeckt, indem er Braunstein mittelst schwefliger Säure (S O_2) untersuchen wollte und ein Salz erhielt, dessen Säure Baryt nicht fällte. Er vereinigte sich mit Gay-Lussac zu einer Untersuchung, welche die Existenz einer neuen Oxydationsstufe des Schwefels nachwies.

Hinsichtlich der Erkennung des Schwefelwasserstoffs mag bemerkt werden, daß schon Boyle erwähnt, daß die Luft aus Schwefelwassern Silber schwarz anlaufen läßt.

Meyer in Osnabrück entdeckte, daß die luftförmige Flüssigkeit, welche sich

bei der Zersetzung der Schwefelleber durch Säuren entwickelt, entzündlich ist, und mehre Andere nach ihm nahmen dieselbe Erscheinung wahr. Genauer aber wurde der Schwefelwasserstoff durch Scheele untersucht.

In seiner Abhandlung „von Luft und Feuer“ (1777) lehrte er diese Luft, aus Kalk- oder Kalischwefelleber oder aus Schwefelmangan mit Säuren bereiten; als die beste Darstellungsmethode empfiehlt er die aus Schwefeleisen. Er bemerkte ferner noch, daß sich diese Luft bilde, wenn man Schwefel erhitze. Scheele war auch der Erste, welcher eine bestimmte Ansicht über die Constitution dieses Gases aussprach; er meinte, es bestehe aus Schwefel, Phlogiston und Hize; den Schwefel lehrte er durch Einwirkung der Salpetersäure oder des Chlors daraus abscheiden.

Zunächst nach Scheele beschäftigte sich Bergman mit diesem Gegenstande, und berichtete darüber in den Abhandlungen der Stockholmer Akademie für 1778 und in einer *Dissertatio de aquis medicatis calidis arte parandis*. Er bewies die Identität der Schwefelleberluft mit der in Schwefelwassern befindlichen, und lehrte viele Reactionen kennen, welche diese Luft mit Metallösungen zeigt. Er hat auch davon geredet, daß dieses Gas Lackmustrinctur röthet, schien jedoch zu glauben, daß dieses nur bei nicht gewaschenem Gase eintrete.

Die Schwefelleberluft wurde somit von vielen Chemikern untersucht, von allen sogar, welche über brennbares Gas Versuche anstellten. Scheele's Ausspruch über die Constitution dieses Gases war von den meisten Anhängern der Phlogiston-Theorie so aufgefaßt worden, daß sie es als eine Verbindung von Schwefel mit Wasserstoff und Wärmestoff betrachteten. Diese Ansicht wurde durch Gengembre bestätigt, welcher 1785 der Pariser Academie eine Abhandlung darüber vorlegte. Nach ihm bildet sich dieses Gas aus Schwefelleber durch Säuren, unter Zersetzung des Wassers, dessen Bestandtheile einen Theil des bisher mit dem Alkali verbundenen Schwefels zu dem hepatischen Gas, einen andern zu Schwefelsäure machen. Demgemäß erhielt diese Luftart, welche bis dahin nach Scheele als stinkende Schwefelluft, meistens aber als Schwefelleber- oder hepatische Luft benannt worden war, die Bezeichnung *hydrogène sulfuré*. Gegen die Annahme einer solchen Constitution dieses Gases sprach sich Kirwan in den *Philosophical Transactions* für 1786 aus. Er behauptete, dasselbe enthalte keinen Wasserstoff als wesentlichen Bestandtheil, wenn es aus Schwefelleber dargestellt sei; allerdings enthalte das aus Schwefeleisen entwickelte Gas Wasserstoff, aber nur beigemengt.

Das hepatische Gas sei Schwefel, welcher durch Wärmestoff in Luftform gebracht worden sei. Kirwan untersuchte übrigens die Niederschläge, welche dieses Gas in Metallösungen hervorbringt, genauer, als irgend Jemand vor ihm; er lieferte zuerst den Beweis, daß es wirklich saure Eigenschaften hat, im reinen Zustande Lackmus röthet, und sich mit den Alkalien und Erden verbindet.

In der chemischen Analyse wurde dieser Körper nun öfter angewandt, zunächst zur Abscheidung des Blei's, wie denn Fourcroy und Hahnemann 1787 das damit gesättigte Wasser zur Weinprobe empfahlen. Vollständiger wurde dieser Körper

jedoch noch 1796 durch Berthollet untersucht, welcher seine Eigenschaften und Verbindungen genauer bestimmte und es als wahre sauerstofffreie Säure hinstellte.

Die schwefelreichere Verbindung mit Wasserstoff beobachtete zuerst Scheele. In seiner Abhandlung „von Luft und Feuer“ (1777) berichtete er, wenn man zu einer Auflösung des Schwefels in Alkali viele Säure auf einmal gieße, so entstehe weniger stinkende Luft und es bilde sich ein dünnes Del, welches an der Luft bald dick und hart werde. Scheele war der Ansicht, daß dieses Del eine ähnliche Verbindung sei, wie die stinkende Schwefelluft, nur enthalte die erstere weniger Hitze und Phlogiston, und sei deshalb nicht luftförmig. Im Jahre 1796 machte Berthollet auf diese Verbindung wieder aufmerksam, welcher sie als *soufre hydrogène* im Gegensatz zu dem *hydrogène sulfuré* bezeichnete. Erst später wandten andere Chemiker dieser Substanz ihre Untersuchung zu.

Scheele giebt ferner auch an, daß der Schwefel aus der Kohle bei dem Erhitzen eine stinkende durch Wasser nicht absorbirbare Luft gebe, welche er für Schwefelwasserstoff hielt, und aus dem Schwefel durch das Phlogiston der Kohle erzeugt glaubte. Uebrigens läßt sich nicht sicher entscheiden, ob Scheele hier den Dampf des Schwefelwasserstoffs wahrgenommen habe. In flüssigem Zustande erhielt diesen Körper zuerst Lampadius*), Professor an der Bergacademie zu Freiberg, im Jahre 1796, zufällig, als er Schwefelkies mit Kohlen destillirte; jedoch gelang es ihm nicht, denselben wieder darzustellen. Clément und Désormes untersuchten 1802, ob wirklich die Kohle eine hinlängliche Menge von Wasserstoff enthalte, daß man in dem Kohlenoxydgas Wasserstoff als wesentlichen Bestandtheil anzunehmen habe; sie studirten zu dem Ende auch die Einwirkung des Schwefels auf glühende Kohlen und erhielten den Schwefelkohlenstoff (CS_2) auf die Weise, wie man gegenwärtig jene Verbindung noch gewöhnlich darstellt. Sie hielten die entstehende Flüssigkeit zuerst für Wasserstoffschwefel, überzeugten sich aber bald von ihrer Eigenthümlichkeit und erklärten sie für eine wasserstofffreie Verbindung von Schwefel und Kohle. Sie erhielten jedoch den Schwefelkohlenstoff noch nicht vollkommen rein, und hielten den mit Schwefel fast bis zur Consistenz gesättigten für verschieden von dem flüssigen; sie meinten, es sei möglich, daß selbst eine gasförmige Verbindung von Kohle mit Schwefel existire. Nach Berthollet sollten die Versuche von Désormes und Clément den Kohlenstoff-Gehalt der neuen Verbindung darzuthun scheinen, daß aber die große Flüchtigkeit derselben anzeige, daß auch Wasserstoff in ihr enthalten sei. Lampadius erhielt 1803 die schon 1796 wahrgenommene Flüssigkeit wiederum bei der Destillation schwefelkieshaltenden Holzes, und lehrte sie nun aus Schwefel und Kohle darstellen. Lampadius hielt den Körper für eine Verbindung von Schwefel und Wasserstoff, welche er als Schwefelalkohol bezeichnete, und welche von dem durch Clément und Désormes erhaltenen Körper verschieden sei. Doch stimmen die physikalischen Eigenschaften beider Substanzen vollkommen überein, und Amadée Berthollet**)

*) Geboren 1772 zu Gehler im Braunschweigischen, gestorben 1844.

**) Geboren 1783 zu Paris, gestorben 1811 zu Marseille.

der bereits Thl. I. schon erwähnte Sohn des berühmten C. V. Berthollet, veröffentlichte 1807 eine Untersuchung, wonach *Clément's* und *Désormes* Schwefelkohlenstoff keine Kohle enthalten und nur aus Schwefel und Wasserstoff bestehen sollte. A. Berthollet stützte sich dabei darauf, das Gas dieses Körpers gebe mit Sauerstoff verbrannt, keine Kohlensäure. Seiner Ansicht zufolge, sollte die Kohle Wasserstoff, und ebenso der Stangenschwefel enthalten; aus der Einwirkung beider bilde sich bei der Rothglühhitze flüssiger Wasserstoffschwefel, bei stärkerer Hitze eine gasförmige Verbindung von Schwefel, Kohle und Wasserstoff. Auch *Vauquelin* sprach sich 1807 für diese Ansicht über die Constitution des von *Clément* und *Désormes* sogenannten Schwefelkohlenstoffs aus und behauptete, daß nichts auf einen Kohlenstoffgehalt desselben schließen lasse. Diese Meinung erhielt sich auch, bis *Cluzel* der Pariser Akademie 1811 eine Untersuchung vorlegte, wonach jene Verbindung Kohlenstoff, Wasserstoff, Schwefel und Stickstoff enthalten sollte. *Vauquelin* zersetzte jene Verbindung mittelst glühenden Kupfers, wobei Schwefelkupfer und Kohle resultirten. Er bestimmte die Zusammensetzung zu 14—15% Kohle auf 86—85 Schwefel und diese Zusammensetzung wurde später durch *Berzelius* bestätigt. — Späteren Angaben zufolge, besteht der Schwefelkohlenstoff aus 15,8% Kohlenstoff und 84,2 Schwefel. Die Beschreibung der heutigen Darstellung durch Einwirkung von Schwefeldämpfen in geeigneten verschieden construirten Apparaten kann hier, selbstverständlich, nicht erwartet werden, sondern gehört einem Lehrbuch an, welches die Chemie nach dem heutigen Standpunkt vorlegt.

Als Verbindungen des Schwefels waren schon früher Schwefelantimon, Schwefelarsenit, Zinnober u. bekannt, wiewohl eine nähere Kenntniß der Metalle nicht damit verbunden war. Bei den alexandrinischen und griechischen Alchemisten, vom 5. Jahrhundert an, findet man gewiß Mittheilungen, wonach sie bereits Schwefel mit Metallen zu vereinigen suchten, wiewohl diese Mittheilungen meistens unklar und ohne Angabe bestimmter Resultate ausfielen. Geber kannte als Verbindungs-Producte des Schwefels mit Metallen das Schwefelkupfer und den Zinnober; ihm war es schon bekannt, daß der Schwefel sich nicht leicht mit dem Golde vereinige und daß diese Verbindung mit Metallen diese schwer mache. So heißt es z. B. in der „*Summa perfectionis Gebri pars*“ III. p. 542 de sulphure: „*Qui etiam in praeparatione ipsum (nempe sulphur) commiscere et amicare corporibus noverit, sciet unum de secretis naturae maximum, et viam perfectionis unam cum multae sint viae ad unum effectum, et unum intentum.* — *Et quodcunque corpus ex ipso calcinatur, acquirit pondus sine dubio; aes quoque assumit ex eo solis effigiem; Mercurio quoque associatur et per sublimationem fit usifur (Zinnober).* Calcinantur denique omnia corpora ex eo facile, praeterquam Sol et Jupiter; Sol vero difficillime. Et non coagulatur argentum vivum ex eo in Solem vel Lunam, in quibus sit utilitas per artificium debile, „sicut philosophorum quidam fatui putaverunt.“

Albert von Bollstädt gibt in seiner Schrift „de rebus metallicis“ zu erkennen, daß der Schwefel sich mit allen Metallen, außer dem Golde, wie schon

S. 32. Thl. I. erwähnt worden ist, auf diese Art verbinden kann und erklärte dieses durch die Annahme ähnlicher Bestandtheile in dem Schwefel und den Metallen. In Beziehung darauf, daß schon nach Vollstädt's Aussage der Schwefel das Gold nicht angreift, mag folgende Stelle aus seinem Opus: *de rebus metallicis* Bd. IV. Cap. 4. p. 348 hier angeführt werden: „Ex his habetur caussa, quare adurunt, argentum, quae non adurunt aurum, sicut sulphur.“

Vasilius Valentinus wußte auch schon, daß Schwefel im Schwefelantimon enthalten sei, so z. B. heißt es in dessen Triumphwagen Antimonii S. 24, „daß ein großer Unterschied ist zwischen dem Spießglas. Einer ist schön und güldischen proprietet und Eigenschaft; derselbe, welcher eine güldische Art ist, hat viel Mercurium, ein anderer hat viel Schwefel.“ An einer anderen Stelle S. 168, ebendasselbst heißt es: „Es wird der Schwefel des Spießglases auch auf eine andere Weise zugerichtet und bereitet, als der Antimonium klein gerieben, auf zwei Stunden lang gekocht wird in einer scharfen Lauge von Aschen des Buchenholzes, darauf ein scharfer Essig darein gegossen; wenn dasselbe Antimonium durchfiltrirt worden, so fällt der Schwefel nieder, ganz roth“. Hier ist also Goldschwefel gemeint. Uebrigens s. auch S. 38. Thl. I.

Ueber die verschiedene große Verwandtschaft, welche der Schwefel zu den Metallen zeigt, sprach sich zuerst Stahl 1768 bestimmt aus, daß das Metall als regulinisches in dem Schwefelmetall enthalten ist. Auch Boerhave betrachtete in seinen *Elementis chemiae* (1732) die *Metalla sulphurea*, nach ihm als eine Unterabtheilung der Halbmetalle, als regulinisches Metall und *verum sulfur fossile*. Dort heißt es z. B. *de semimetallis* p. 20.: „*Semimetalla ex Metallo vero et adjuncto sale constantia*“; ferner: „*alia semimetalla ex sulphure et Metallo unitis simul constantur eoque inprimis pertinent*.“ *Cinnabaris nativa*, *Stibium Antiquorum*, *Graecorum στίμι*, *Recentiorum Antimonium*, *ex vero sulphure fossili et parte metallo quam simillima componitur etc.*

Proust bewies, im Anfang dieses Jahrhunderts, für viele Schwefelmetalle, daß sie keinen Sauerstoff enthalten. Berthollet dagegen behauptete im Jahre 1796 und noch in seiner „*Statique chymique*“, daß der Schwefel mit Oxyden sich vereinigen könne, und meinte namentlich, in manchem Schwefelfies sei das Eisen schwach oxydirt. Die Frage, ob sich Schwefel mit Oxyden vereinigen könne, gewann besonderes Interesse nach der Entdeckung der Alkalimetalle, wo sie in eine Discussion über die Constitution des Schwefelbleis überging.

Hinsichtlich der Schwefelmetalle, welche durch die Einwirkung des Schwefelwasserstoffs auf Oxyde entstehen, sprach Berthollet schon 1796 aus, daß hierbei der Wasserstoff des ersteren sich oft mit dem Sauerstoff des letzteren zu Wasser vereinige; er nahm indessen nicht an, daß eine solche Wasserbildung jedesmal vollständig eintrete und glaubte an die Möglichkeit, es könnten trockne schwefelwasserstoffsaure Metalloxyde bestehen. In seiner „*statique chymique*“ (1803) gibt er jedoch an, daß Gay-Lussac für mehre von ihm angeführte Beispiele die Unrichtigkeit seiner Ansicht bewiesen habe.

Proust schloß aus seinen Untersuchungen, daß die eigentlichen chemischen Verbindungen zwischen Schwefel und Metallen nur in constanten Gewichtsverhältnissen stattfinden.

Die Uebereinstimmung, welche zwischen den Oxydationen und den Schwefelungsstufen eines Metalls stattzufinden pflegt, wurde vorzüglich durch Berzelius seit 1811 hervorgehoben. Ebenfalls hat Berzelius auch entdeckt, daß sich Schwefelverbindungen unter einander, ähnlich wie Sauerstoffverbindungen, zu Salzen vereinigen können. Er machte schon im Jahre 1821 hierauf aufmerksam, indem er in seinen Denkschriften der Stockholmer Akademie bemerkte, daß sich die Schwefelverbindungen der Alkali- und Erdmetalle mit den Schwefelverbindungen anderer Metalle eben so vereinigen, wie die Oxyde dieser Körper unter sich zusammentreten. Die auf diese Weise entstehenden Schwefelsalze wurden von ihm genauer noch 1825 und 1826 untersucht.

Die Feuererscheinung, unter welcher sich der Schwefel mit Metallen vereinigt, schien zuerst von Helmont wahrgenommen zu haben; denn derselbe gibt an, daß er beim Rösten von Blei mit Schwefel und Quecksilber Feuer bemerkt habe, ohne daß ein brennender Körper mit der Mischung in Berührung gekommen sei. Später spricht Kunkel manchmal davon, das Lumen des Schwefels scheide sich mit dem volatile desselben ab, wenn man Schwefel mit Metallen, namentlich mit Kupferseile erhize, wo der andere Bestandtheil des Schwefels, eine Säure, sich mit der Erde der Metalle vereinige; er gedenkt namentlich in seinem Laboratorium chymicum des Erglühens von Schwefel mit Zinn, Antimon u. s. w. Stahl war ebenfalls mit dieser Erscheinung vertraut und suchte darzuthun, daß diese Erscheinung auch ohne Zutritt der Luft eintrete, beschreibt auch, daß beim Erhizen einer Retorte, von Blei, Eisen und Schwefel ein rothes Licht sich entwickle. Scheele war der Ansicht, daß hierbei das Phlogiston aus dem Metall entweiche. Holländische Chemiker thaten dar, daß die Vereinigung des Schwefels mit Metallen in sauerstofffreien Gasen eintreten kann und Berthollet wendete darauf ein, daß eine Feuererscheinung bei der Bildung von Verbindungen auch ohne Sauerstoff stattfinden könne.

Phosphor (P.)

(Von $\tau\acute{o} \varphi\acute{o}s$, das Licht, $\varphi\acute{\epsilon}\rho\epsilon\iota\omega$, tragen, $\varphi\omega\sigma\varphi\acute{o}\rho\omicron\varsigma$, Lichtträger.)

Mit dem vorstehenden Ausdruck wurde im vorigen Jahrhundert jeder Körper bezeichnet, welcher im Dunkeln, ohne angezündet zu sein, leuchtet, und diese Eigenschaft wurde schon im Anfang des 17. Jahrhunderts zuerst an dem bononischen Leuchtsteine (s. Baryt) beobachtet. Gebräuchlicher wurde jedoch noch das Wort „Phosphor“ unter den Chemikern, als der Amtmann Chr. Adolf Balduin zu Großenhain in Sachsen 1674 den wasserfreien salpetersauren Kalk als einen Lichtkörper erkannte und als phosphorum hermeticum bezeichnete, welcher den Namen Balduinischer Phosphor führt. Dieser vorletzte Name wurde indessen sehr bald auf den jetzt ausschließlich als Phosphor bezeichneten Körper übertragen.

Kunkel (s. S. 83 Thl. I.) und Brand, ein verunglückter Hamburger Kauf-

mann, genannt Doctor Brand, sollen im Jahre 1674 den Phosphor gleichzeitig entdeckt haben. Uebrigens soll, historischen Berichten zufolge, der Phosphor schon durch Krafft zu Dresden und Boyle bereitet worden seyn, wiewohl auch berichtet wird, daß Kunkel, nachdem er von Brand's Entdeckung des Phosphors im Harn gehört, seinen chemischen Freund Krafft veranlaßt habe, das Geheimniß von dem Brand zu erfahren, worauf derselbe nach Hamburg gereist und von letzterem die Vorschrift des Verfahrens für 200 Reichsthaler erkaufte habe. Boyle hat sogar versichert, die Darstellung des Harnphosphors gesucht und gefunden zu haben. Er hat diese Substanz in seinen Schriften: *The Aërial Noctiluca etc.* (1680), *New Experiments and Observations made upon the icy Noctiluca* (1681) nie beschrieben. Eine Beschreibung seines Verfahrens, den Phosphor zu bereiten, deponirte er 1680 bei dem Secretariat der Royal society; sie wurde in den *Philosophical Transactions* für 1692 veröffentlicht. Krafft und Brand sollen das Geheimniß der Bereitung des Phosphors für billigen Preis mitgetheilt haben, wiewohl hierüber verschiedene Lesarten obwalten und widerstreitende Ansichten ausgesprochen sind. Soviel ist jedoch gewiß, daß der Phosphor zuerst aus dem Harn bereitet worden ist und die Methoden sollen im Wesentlichen darin bestanden haben, daß man abgedampften Harn mit Sand und Kohle destillirte. Joh. Juncker berührt in seinem „*Conspectus chemiae*, Tabula LV. p. 132 (erschienen 1739) einen ausführlichen Bericht über die Methode der Phosphor-Darstellung aus dem Harn und sagt im Wesentlichen, die gewöhnliche Methode bestehe darin, daß man halbfaulen Harn im Winter gefrieren lasse, das Eis beseitige, das Uebrige destillire, hierauf den Rückstand verdicke und diesen (zu 1 Th.) mit 3 Th. Sand und 1 Thl. Buchenholzkohle in einer Retorte der Destillation unterwerfe, wobei der Phosphor in Gestalt von Butter, gelbem Wachs oder einer gummosen dicklichten Materie übergehe, sich theils im Retortenhalse, theils in dem Vorstoß anlege; nach dem Erkalten der Destillirgeräthschaften oder Gefäße, werde das Destillat mit Wasser begossen, der in diesem niedersinkende Phosphor in ein anderes Glas geschüttet, von Neuem Wasser auf denselben gegossen und dieser nun in warmem Sande (einem Sandbade) mit einem hölzernen Spatel allmählich in einen Klumpen gedrückt und in länglich runde Stäbchen gebracht, welche man in ein mit Wasser gefülltes Gefäß legen und darin aufbewahren könne.

Es heißt nämlich dort bei Juncker*): *Methodus parandi phosphorum. Vulgaris notior modus sequentibus fere encheiresibus absolvitur.*

1) *Urina semiputrida hyeme congelationi exponatur etc.* 2) *Tum recipe residui, quod, priori destillatione in retorta remansit seu capitis mortui nigri (sog. Todtenkopf) partem unam, arenae partes tres, carbonum faginarum partem unam. Misceantur haec cum aliqua portione modo dicti spissi olei et formentur in globulos, quibus in retortam fictilem robustam et loricatam inditis, adaptato magno receptaculo, in quo pauca aqua sit,*

*) Tom. II. p. 132.

et juncturis probe clausis destillationem ex furno reverberatorio gradatim institue, et per multas horas igne ad summum usque fortissimo continua etc. etc. etc.

Marggraf legte der Berliner Akademie der Wissenschaft einen näheren und leichteren Weg, den Phosphor zu bereiten, vor, worüber er sich in dem Tomo VII. Miscellaneorum Berolinensium 1743 p. 328 weitläufig erklärt. A. S. Marggraf Nonnullae novae methodi Phosphorum solidum tam ex urina facilius conficiendi, quam etiam eundam promptissime et purissime ex phlogisto et singulari quadam ex urina separato sale comparandi.

Nach Sunder soll ein gewisser Gottfried Hankwitz die Phosphorfabrication in London zuerst (1730) mit Vortheil betrieben haben.

Uebrigens soll schon ein gewisser Albinus 1688 ausgesprochen haben, daß man Phosphor aus der Kohle des Senfs und der Kresse erhalten könne.

Den Phosphorgehalt der Gewächse bestätigte Marggraf, welcher ihn 1743 aus Senf, Gartentressesamen, Weizen u. darstellte. Ob indessen die Entdeckung, daß die Knochen phosphorsauren Kalk enthalten, Gahn oder Scheele angehört, ist nicht ganz bestimmt. Scheele that dieser Angelegenheit zuerst Erwähnung, indem er in seiner Arbeit über den Flußspath im Jahre 1771 sagte, es sei vor Kurzem entdeckt worden, daß die in den Knochen und Hörnern enthaltene Erde mit Phosphorsäure gesättigt sei, ohne aber anzugeben, ob er dieses gefunden habe.

Im Mineralreiche wurde die Phosphorsäure zuerst durch Gahn im Jahr 1780, in der Verbindung mit Bleioryd nachgewiesen; aber Klaproth und Proust fanden sie bald darauf (1788) auch an Kalkerde gebunden.

Von Kunckel wird der Phosphor Phosphorus mirabilis oder auch Lumen constans, von manchen Chemikern, aus dem Jahre 1700, Phosphorus fulgurans oder igneus, auch pyropus u. s. w. genannt. Im 18. Jahrhundert wird er meistens nach den Entdeckern, Brand'scher, Kunckel'scher, Krafst'scher oder Boyle'scher Phosphor genannt, bis zu etwa 1730 auch oft englischer Phosphor, weil der meiste von England kam. Uebrigens wurde er auch wohl als Harnphosphor bezeichnet.

Die Ansichten über die Constitution des Phosphors waren sogleich der phlogistischen Theorie gemäß, da die Entdeckung des ersteren Körpers der Aufstellung der letzteren nur eine kurze Zeit voranging. Jedoch hielt man die Phosphorsäure keineswegs für eine eigenthümliche, in ihrer Zusammensetzung ebenso einfache Säure, wie etwa die Schwefelsäure. Stahl lehrte hingegen, daß sie aus Phlogiston und Salzsäure bestehe; er stützte sich nämlich darauf, daß in dem Harn viel Kochsalz enthalten sei, und daß das letztere bei Verührung mit glühenden Kohlen der Flamme derselben eine Farbe mittheile, welche der des Phosphors ähnlich sei. Stahl sprach diese Ansicht so sicher aus, daß er in seinen Experimentis observationibus, animadversionibus geradezu behauptete, es käme bei der Bereitung des Phosphors nur darauf an, die Salzsäure auf eine passende Art mit Phlogiston zu verbinden, und die künstliche Darstellung des Phosphors sei nicht schwerer, als die von ihm gelehrt des Schwefels.

Die Ansicht, daß die Säure im Phosphor Schwefelsäure sei, wurde bald verlassen, obgleich für Stahl's angenommene Ansicht keine Beweise geliefert wurden.

Bis dahin, wo Lavoisier zeigte, daß Phosphor ein Bestandtheil der Säure ist, glaubte man den Phosphor aus einer eigenthümlichen Säure und aus Phlogiston zusammengesetzt. Schon im Jahre 1772 bemerkte Lavoisier, daß die bei der Verbrennung des Phosphors entstehende Säure mehr wiegt, als dieser, und daß diese Gewichtszunahme von Luftabsorption herrührt. Er belehrte hierüber in verschiedenen Schriften und auch im Jahre 1780, die Darstellung der Phosphorsäure, durch Behandlung des Phosphors mittelst Salpetersäure, wiewohl schon Scheele in seiner Abhandlung „von Luft und Feuer“, im Jahre 1777 dieser Darstellungsweise der Phosphorsäure gelegentlich gedacht hatte, so daß der Phosphor von nun an als ein Element betrachtet wurde.

Lavoisier machte ferner auch schon im Jahr 1777 darauf aufmerksam, daß der Phosphor in verschiedenen Verhältnissen mit Sauerstoff sich verbinden kann. — Lavoisier war auch der Ansicht, daß bei schneller Verbrennung des Phosphors eine andere Säure sich bilde, als bei langsamer Verbrennung.

Die eigentliche phosphorige Säure wurde, aus dem Phosphorchlorür mit Wasser, zuerst durch H. Davy im Jahr 1812 dargestellt und Dulong unterschied diese von der durch langsame Verbrennung des Phosphors bereiteten im Jahr 1816. — Die unterphosphorige Säure wurde 1816 durch Dulong, das Phosphoroxyd 1832 durch Pelouze entdeckt.

Besonders bemerkenswerth ist aber, daß die unreine, kalkhaltige Phosphorsäure, welche aus Knochenasche mit Vitriolöl dargestellt wird und zu einem luftbeständigen Glase geschmolzen werden kann, schon vor der Entdeckung des Phosphors bekannt gewesen sein soll; wenigstens spricht Becher in seiner *Physica subterranea* (1669) von einer verglasbaren Erde, mit welcher ohne Zweifel jene Phosphorsäure gemeint ist. Auch veröffentlichten Macquer und Poullétier de la Salle im Jahr 1777 die Bereitung eines Glases aus Knochen durch Schmelzen der mit Vitriolsäure daraus abgeschiedenen Phosphorsäure als eine neue Entdeckung, und Proust zeigte, daß diesem Glase noch immer phosphorsaurer Kalk beigemengt ist.

Daß die Phosphorsäure des Harns in dem Salz enthalten ist, welches durch Abdampfen jener Flüssigkeit erhalten wird, wurde durch Marggraf im Jahre 1743 dargethan und phosphorsaures Salz ist vielleicht schon den Alten bekannt gewesen.

Im 16. bis 18. Jahrhundert wurde das Salz aus dem Harn als *sal urinae fixum* von dem flüchtigen Urinsalz (kohlensaurem Ammoniak) unterschieden, und das nach dem Auskrystallisiren des ammoniakalischen Harnsalzes aus dem Urin anschließende phosphorsaure Natron wurde zuerst durch Hellot im Jahre 1735 wahrgenommen.

Aber derselbe hielt es zuerst für etwas Gypsartiges. Pott hielt es in seiner Abhandlung aus dem Urinsalz (1757) für eine Art Glaubersalz; aber Proust zeigte 1775, daß Natron darin enthalten sei; aber er hielt die mit demselben verbundene Säure nicht für Phosphorsäure, sondern er erklärte 1781 den Körper, der sich durch Behandeln des Perlsalzes mit Säuren und Weingeist (sog. saures phosphorsaures Natron) daraus abscheiden lasse, für eine eigenthümliche Substanz, welche in dem ammoniakalischen Harnsalze mit Phosphorsäure, Natron und flüchtigem Alkali, in dem Perlsalze nur mit Natron verbunden sei. Diese vermeintlich eigenthümliche Säure wurde von Bergman als Perlsäure bezeichnet, wogegen Klaproth und Scheele 1785 darthaten, daß sie saures phosphorsaures Natron sei.

Das bekannte leicht entzündliche Phosphorwasserstoffgas wurde durch Gengembre im Jahre 1783 entdeckt, indem er Phosphor mit Kalilauge erhitzte. Die Antiphlogistiker betrachteten dieses Gas als eine Verbindung von Phosphor mit Wasserstoff, während Kirwan, welcher diese Luftart 1784 entdeckte, sie als Phosphor, der nur durch Zutritt von Wärmestoff Luftgestalt angenommen habe, betrachtete. — Das schwer entzündliche Phosphorwasserstoffgas erhielt zuerst B. Pelletier im Jahre 1790, bei dem Erhitzen von Säure, welche durch langsame Verbrennung des Phosphors dargestellt worden war. Das auf diese Weise bereitete Gas explodirte bei Mischung mit Sauerstoffgas und Stickoxydgas.

Der wahre chemische Charakter des Phosphorwasserstoffgases wurde durch H. Rose erkannt, indem er nachwies, daß es eine dem Ammoniak analoge Verbindung sei, in welcher sich Phosphor an der Stelle des Stickstoffs befinde.

Anstatt der Kalilauge kann man mit gleichem Erfolge Kalkmilch oder mit Wasser benetztes Kalkhydrat verwenden, um auf anderem Wege Phosphorwasserstoffgas zu erzielen. Regnault empfahl Kalkhydrat mit eingeschlossenen Stüchchen Phosphor zu Kügelchen geknetet in einem Kölbchen zu erhitzen u. s. w. Sehr reines Phosphorwasserstoffgas erhält man indessen, wenn man Phosphorcalcium mittelst Wasser zersetzt, indem man das hierzu geeignete Phosphorcalcium, (ein Gemenge aus Phosphorcalcium und phosphorsaurem Kalk, eine Phosphorleber), durch Erhitzen von trocknem Kalkhydrat in Phosphordämpfen erhalten, in Wasser wirft.

Paul Thénard empfahl fernerhin im Jahre 1845 (Annalen der Chemie und Pharmacie von Wöhler und Liebig. Bd. 55. S. 30) in einem im Boden durchlöcherten Tiegel Aetzkalk zu erhitzen und mittelst der Oeffnung des Tiegels Phosphordämpfe durch den Kalk streichen zu lassen. Der Verfasser wählt seit 1852 immer eine einfache Methode (1866 in dem neuen Jahrbuch der Chemie beschrieben), welche einfach darin besteht, daß in einem heftigen Schmelztiegel trocknes Kalkhydrat anhaltend geglüht wird, und daß alsdann auf dasselbe unter Umrühren, bei zeitweiligem Bedecken des Tiegels, Stüchchen Phosphors geworfen werden. — Eine auf solche Weise hergestellte Phosphorleber liefert in Wasser (namentlich warmes Wasser) geworfen, unter Zersetzung des Wassers, ein herrliches selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas (PH_3). — Nach P. Thénard

wird hierbei Ca_3P durch Wasser in 2CaO und H_2P (flüssigen Phosphorwasserstoff) zerlegt, welcher letztere in PH_3 und P_2H zerfällt.

Metall-Verbindungen des Phosphors suchte zuerst Marggraf im Jahre 1740 darzustellen, indem er die Metalle fein zertheilt mit Phosphor erhitzte; jedoch gelangen ihm nie auf diese Weise die Verbindung des Phosphors mit Kupfer und Zink; Pelletier stellte dagegen im Jahre 1788 eine größere Anzahl von Phosphormetallen dar, und Tennant erhielt zuerst 1791, bei seinen Versuchen über die Zerlegung der Kohlensäure, Phosphorcalcium mit kohlensauren Kalk gemengt, indem er Phosphordämpfe auf glühenden kohlensauren Kalk einwirken ließ.

Selen (Se.)

Dieses Element wurde durch Berzelius im Jahre 1817 in dem Selen-schlamm entdeckt, welcher sich bei der Fabrication von Schwefelsäure zu Gripsholm absetzte. Es wurde Selen (von η σελήνη, der Mond) genannt, um die Ähnlichkeit seiner Eigenschaften mit denen des Tellurs, wofür jenes zuerst gehalten worden war, anzuzeigen.

Berzelius suchte auch die Verbindungen des Selen zu studiren, wiewohl als die wichtigste Erweiterung dieser Untersuchungen der Entdeckung der Selen-säure (1827), durch Mitscherlich, Erwähnung zu thun ist. — Wöhler machte sich ebenfalls um das Selen, bezüglich verschiedener Gewinnungsmethoden verdient; indessen ist noch nicht erwiesen, ob das Selen, der häufige Begleiter des Schwefels, nicht eine neue Modification dieses letzteren ist. — Sämmtliche Verbindungen, die man entdeckt haben will, nämlich die Selen-säure, selenige Säure u. auch das Selenwasserstoff sind den entsprechenden Schwefelverbindungen analog. Ueberhaupt kann von der Geschichte des Selen schon aus diesem zweifelhaften Grunde nicht weiter die Rede sein.

Bor oder Boron (B.)

Der Ausdruck „Borax“ findet sich zuerst in den lateinischen Uebersetzungen der Geber'schen Schriften und soll von dem arabischen Worte „borak“, weiß abstammen, wiewohl es bei anderen Arabern Baurach geschrieben wird; indessen ist nicht genau zu bestimmen, ob diese damaligen Ausdrücke mit dem heutigen Borax gleichbedeutend sind. Nach Geber wurde die Substanz, welche er Borax nannte, oft zu schmelzenden Substanzen gesetzt, und er betrachtete sie als ebenso wirksam, wie Glas. Uebrigens ist die Geschichte des Borax in früheren Zeiten und auch bei den abendländischen Chemikern, namentlich zu Anfang sehr unklar; bei Roger Baco findet sich mitunter der Name angeführt, aber er berichtet nichts Bestimmtes darüber. Basilus Valentinus erwähnt aus dem 15. Jahrhundert des „venedischen Borrax“, ohne jedoch auf eine genauere Besprechung der Substanz einzugehen. Höfer theilt aus demselben Jahrhundert aus einem Manuscript, nebst einer Schrift von Paul von Canotanto, mit, daß der

Borax als Löthmittel benutzt worden sei. Auch Agricola spricht im 16. Jahrhundert vom Borax, jedoch auch sehr undeutlich, und seine sämtlichen Angaben durch stete Beziehung auf die Chrysocola der Alten. Der spanische Metallurg Alonso Barba spricht von einem künstlichen Borax, jedoch sehr unrichtig. — Die alte Meinung, daß die Venetianer allen Borax selbst fabriciren, bestritt zwar Stahl, aber er erklärte richtig, daß sie denselben nie reinigen. Im 17. Jahrhundert wurde der Borax von Einigen für ein Salz, aber nur darauf hin erklärt, daß er weder mit Säuren noch mit Alkalien aufbrause; — die Bestandtheile waren nicht bekannt.

Becher war in seiner *Physica subterranea* (1669) der Ansicht, Borax werde gebildet, wenn die Universal säure mit einer schlechten Erde zusammentreffe. Aus seinem Verhalten gegen Säuren und Alkalien schloß N. Lémery 1703, es müsse ein sel. salé sein. Zu den mineralischen Salzen zählte auch Stahl 1702 den Borax, ohne sich über die Constitution desselben klar zu werden; ebenso auch Boerhave.

Homburg war der Erste, welcher die Vorsäure zuerst in bestimmter Weise beschrieb. Homburg theilte in den Pariser Memoiren für 1702 einen Aufsatz mit, worin er über das Salz als chemisches Princip im Allgemeinen sehr unklar sprach. Wenn nun auch mehrere Andere sich über die Natur des Borax ausließen, so war es doch Baron zu Paris, welcher zuerst über die Constitution des Borax Licht zu verbreiten suchte.

Theodor Baron war nämlich 1715 zu Paris geboren; er widmete sich dem Studium der Medicin und Chemie und erlangte 1742 den Doctorgrad der Medicin. 1752 trat er der Akademie der Wissenschaften bei. — Er starb 1768 und an seine Stelle trat Lavoisier in die Akademie.

Baron lehrte den Borax durch Verbindung seiner Bestandtheile darstellen; er zeigte außerdem, daß das Sedativsalz an sich nicht flüchtig sei, sondern nur durch die Beihilfe von Wasserdämpfen sublimire. Das Sedativsalz betrachtete er als eine zur Zeit noch unbekannte Substanz; doch entdeckte er, daß es in der Hitze, den Salpeter und das Kochsalz unter Austreibung ihrer Säure zerlege.

Man glaubte damals, diese Eigenschaft deute auf einen Gehalt des Sedativsalzes an Bitriolsäure hin, und in dieser Beziehung stellte Bourdelin 1753 Versuche an, ohne jedoch zu einem Resultat über die Zusammensetzung des Sedativsalzes zu kommen.

Cadet sprach sich 1761 gegen diese Ansicht aus und war der Ansicht, daß das Sedativsalz in dem Borax nicht fertig gebildet enthalten sei. Er behauptete ferner, daß der Borax als wesentliche Bestandtheile auch Kupfer, Arsenit und eine verglasbare Erde enthalte.

Von dem Reichthum der Wasserdämpfe der Lagunen im früheren Großherzogthum Toscana, den sog. suffioni, deren Gehalt an Vorsäure in neuerer Zeit entdeckt wurde, kann hier nicht die Rede sein; jedoch mag erwähnt werden, daß Berzelius das Bor als Elementarstoff im Jahre 1826 als grau-weißes

Pulver isolirte, und bekanntlich Deville und Wöhler das Bor in einem allotropischen Zustande, dem Kohlenstoff ähnlich, als Diamantbor, Graphitbor und amorphes Bor jüngstens dargestellt haben. — Stickstoffbor wurde 1842 durch Balmain gewonnen. — Um die Verbindung des Bor's mit Fluor machte Berzelius sich verdient.

Kiesel (Silicium. Si).

(Ueber den Elementarstoff Kiesel oder Silicium s. am Schluß dieses Artikels.)

Kieselerde oder Kieselsäure (Si O_2). Schon frühzeitig lernte man die an Kieselerde oder Kieselsäure reichen Mineralien, wegen ihrer Härte und ihre Anwendbarkeit zur Glasbereitung, beachten und in derselben wurde während des 17. Jahrhunderts zuerst ein gemeinsamer Grundstoff angenommen; auch wurden zu jener Zeit als Kennzeichen der glasartigen Erde angegeben, daß sie mit Säuren nicht aufbrause, im Feuer für sich keine Veränderung erleide, aber mit passenden Zusätzen zu Glas schmelze.

Schon Plinius gibt als die Bestandtheile des Glases Sand und Soda an, und außerdem sagt er, daß in Indien auch Glas aus Krystall (Bergkrystall oder Kiesel) hergestellt werde. Später machte Porta 1567 wieder darauf aufmerksam, daß sich der Bergkrystall mit Weinsteinalz zu klarem Glase schmelzen läßt; von dem Kieselstein sagt dasselbe Agricola in seiner Schrift *de re metallica* und van Helmont war 1640 bekannt, daß die Verbindung aus Kiesel und vielem Alkali an feuchten Orten zerfließt. Glauber war bekannt, daß bei dem Zusammenbringen der Kiesel Feuchtigkeit mit Metalllösung das Metall resp. Metalloxyd mit Kieselerde gemischt niedergeschlagen wird. — Das sogenannte Wasserglas wurde 1818 von Fuchs beschrieben. Kieselerdehaltige Mineralien durch Glühen mit kohlensaurem Alkali (kohlensaurem Kali) zu unterwerfen, wurde zuerst von Bergman 1780 gelehrt, und Klaproth zeigte, daß schwer aufschließbare Mineralien feingepulvert mit Aetzkali eingedampft und geschmolzen werden können. — Aufschließung solcher Mineralien, welche neben Kieselerde auch Alkalien enthalten, durch salp. Baryt, wurde von Valentin Rose d. j. dargethan. — Mitscherlich empfahl 1828 eine Mischung von kohlensaurem Kali und Natron; Bleioxyd zum Aufschließen wurde von Seiten Berthier's 1821 vorgeschlagen, und das Aufschließen durch Fluorwasserstoff wurde 1823 von Berzelius eingeführt.

Die gallertartige Eigenschaft, welche kieselerdehaltige Mineralien zeigen, wenn sie mit Säuren behandelt werden, wurde zuerst von dem Schweden Smab 1758 beobachtet. — Bergman wies zuerst nach, daß in manchem Quellwasser Kieselerde aufgelöst ist, und Black erkannte zuerst den bedeutenden Gehalt der vulkanischen Quellen von Island an Kieselerde, im Jahr 1794. Bezüglich der Constitution der Kieselerde waltete lange Zeit die Ansicht ob, daß sie einfacher in ihrer Zusammensetzung sei, als die anderen Erdarten. Das hypothetische Element, welches

von Becher als das verglasbare unterschieden worden war, glaubten die meisten Chemiker am Ende des 17. und im Anfang des 18. Jahrhunderts am reinsten in dem Kiesel zu sehen.

Es wurden viele Meinungen ausgesprochen und manche Versuche angestellt; aber dennoch blieb die Natur der Kieselerde unerforscht, bis das Silicium oder der Kiesel zuerst durch Berzelius im Jahre 1810 durch Glühen (von Kiesel-erde, Eisen und Kohle) in Verbindung mit Kohlenstoff erhalten wurde. — Berzelius und Smithson erklärten im Jahre 1811 die Kieselerde für eine schwache Säure, nachdem der erstere Chemiker die procentische Zusammensetzung derselben an Kiesel und Sauerstoff (51,92%) ermittelt hatte. — Pelouze berechnete später den Sauerstoffgehalt zu 52,90% aus einer Analyse des Chlorkiesels.

Berzelius erhielt später 1824 das Silicium durch Einwirkung von Kalium auf Fluorsilicium oder Fluorsilicium-Kalium als amorphes braunes Pulver; aber im Jahre 1856 wurde der Kiesel, durch Wöhler und Deville, als krystallinischer, metallglänzender Körper z. B. durch Zusammenschmelzen von Aluminium mit Wasserglas (kieselsaurem Kali) und Khyolith erhalten.

Die Halogene oder Salzbilder von ἄλς Salz, und γεννάω, ich erzeuge:

Chlor (Cl.) Brom (B.) Iod (I) Fluor (Fl.)

Die Verbindung, welche im gewöhnlichen Leben als Kochsalz benannt, chemisch Chlornatrium bezeichnet wird, war schon in den ältesten Zeiten bekannt, wiewohl wir eine genaue Beschreibung erst bei den Griechen und Römern zu Anfang unserer Zeitrechnung finden. Dioskorides nannte schon das aus dem Meerwasser durch freiwillige Verdunstung sich absetzende Salz ἄλς ἄχνη, Salzschaum. — Zu jener Zeit war schon beachtet; daß das Verknistern im Feuer, welches das gewöhnliche Kochsalz zu erkennen gibt, nicht bei jedem Salze stattfindet, daß einiges Salz, welches im Feuer nicht verknistert, bei seiner Auflösung in Wasser kleine Explosionen zeigt; obgleich aus dem, was Plinius darüber angibt, nicht hervorgeht, ob die Alten diese Kennzeichen bereits auf Unterscheidung des durch Sieden erhaltenen und des natürlich vorkommenden Kochsalzes anwandten. — Die Reinigung des Kochsalzes für den chemischen Gebrauch wurde zuerst im 8. Jahrhundert versucht und es mag hier nur Erwähnung finden, daß die Alten die Cämentation des silberhaltigen Goldes durch Erhitzen desselben mit Kochsalz und Vitriol oder Alaun kannten, deren Einwirkung durch Entwicklung von Salzsäure sich bestätigt.

Die Salzsäure war schon den arabischen Alchemisten in einer Mischung mit Salpetersäure als Königswasser bekannt, aber der reinen wässerigen Salzsäure wird zuerst bei Basilius Valentinus im 15. Jahrhundert gedacht; denn die bei ihm vorkommende Bezeichnung „spiritus salis“ betrifft ohne Zweifel Salzsäure. Bei Libavius, zu Ende des 16. Jahrhunderts, wird unter verschiedenen An-

weisungen, zur Bereitung des spiritus salis auch schon die Austreibung mittelst Thon erwähnt. Sowohl Basilus Valentinus, als auch Libavius hatten beide die auflösende Kraft der so erwähnten Flüssigkeit gut erkannt, Letzterer hatte dieselbe deshalb auch unter die spiritus, welche er als aquas solventes definirte, gerechnet. Uebrigens scheint die Salzsäure doch weniger dargestellt zu sein, als die anderen damals bekannten Mineralsäuren. Glauber behauptet wenigstens in seinen *Furnis novis philosophicis* (1648), daß sie unter allen Säuren am theuersten und am schwersten zu bereiten sei. Er gedenkt auch einiger Methoden, welche von ihm benutzt wurden, er sagt nämlich: „Etliche haben das Salz mit Töpferthon zu globulis gemacht, getrocknet und per retortam zu einem spiritus getrieben; Etliche haben das Salz mit Bolo, Etliche mit Ziegelmehl oder gebrannten Alaun vermischt und also destillirt“. — Glauber lehrte die Salzsäure aus Kochsalz mit Vitriol oder Alaun bereiten, versicherte aber auch, er könne den Salzgeist ohne diese Zusätze machen, ohne daß er indessen sich deutlich über diese neue Methode ausspricht. Sie hat in der Destillation des Salzes mit Vitriolöl bestanden, da die auf diese Art gewonnene rauchende Säure bald nach ihm und bis gegen Ende des vorigen Jahrhunderts, als Spiritus salis Glauberianus bezeichnet wurde und namentlich Boerhave (1732) ganz bestimmt von dieser Darstellungsweise sagt: „Hoc experimentum utilissimum Glauberianum quoque industriae imprimis debetur unice.“

Was die Eigenschaften der Salzsäure betrifft, so hebt Glauber besonders hervor, daß sie alle Metalle, mit Ausnahme des Silbers, lösen könne; daß auch Blei darin unlöslich sei, war Boerhave bekannt. Die Namen Salzgeist oder Salzsäure wurden in alle Sprachen übertragen. In die antiphlogistische Nomenclatur wurde 1787 der Name acide muriatique eingeführt, von dem lateinischen *muria*, Salz oder Salzlake, hergenommen.

Glauber bemerkt schon, daß bei der Bereitung der Salzsäure stets Wasser vorhanden sein müsse, damit man sie flüssig erhalte; Boyle war bekannt, daß die Salze, welche diese Säure mit Alkalien bildet, mit starker Schwefelsäure heftig schäumen und rauchen. Cavendish erhielt bei seinen Versuchen über Wasserstoff (1766) als er Kupfer in starker Salzsäure, unter Anwendung von Wärme lösen wollte, eine Lustart, welche, in Berührung mit Wasser sogleich verschwand, die er aber nicht genau untersuchte. Das salzsaure Gas wurde zuerst durch Priestley in einem Quecksilberapparat gesammelt, und er war es, welcher zuerst die Eigenschaften desselben in seinen *Observations different kind of air* (1772) beschrieb; er nannte es *marin acid air*.

Die Kenntniß des Königswassers oder vielmehr der Salpeter-Salzsäure ist älter, als die der Salzsäure, denn schon Geber lehrt in seiner Schrift: *de inventione veritatis* die Bereitung des ersteren*). Die Bezeichnung „Königswasser“ findet sich in dem 15. Jahrhundert bei Basilus Valentinus; dieser bereitet

*) S. S. 22 Thl. I. die aus Geber's Schrift C. XXIII. p. 182 citirte Stelle.

aber auch das Scheidewasser durch Mischung von Salzsäure und Salpetersäure. Glauber dagegen bereitete das Königswasser durch Destillation von Salpetersäure mit Kochsalz, oder auch, indem er zur Salzsäure Salpeter setzte.

Daß das Königswasser ein eigenthümliches Gas entwickelt, war schon früh beobachtet worden. Dieses nahm van Helmont wahr, aber Scheele lenkte zuerst die Aufmerksamkeit der Chemiker auf Chlor; er beschrieb dieses Gas in seiner großen und von Entdeckungen so reichen Abhandlung über den Braunstein (1774). Bei der Digestion desselben mit Salzsäure nahm er einen Geruch nach Königswasser wahr, und um die Ursache davon aufzufinden, fing er das hierbei sich entwickelnde Gas auf, und prüfte dasselbe durch Reagentien. Er fand, daß dieses Gas, auf dessen gelbe Farbe er aufmerksam machte; die Pflanzenfarben so zerstört, daß sie weder durch Säuren noch durch Alkalien wieder hergestellt werden können, daß Zinnober darin zu Aërsublimat wird; daß alle Metalle, selbst Gold, davon angegriffen werden, daß Thiere darin ersticken und die Flamme verlöscht u.

Scheele unterschied das reine Gas als phlogistisirte Salzsäure. — Zuerst hielt man das Chlor für ein permanentes Gas, aber diese Ansicht wurde bestritten, nachdem B. Pelletier, 1785, und Karsten zu Halle, 1786, wahrgenommen hatten, daß sich bei der Kälte aus dem genannten Gase gelbe Krystalle absetzen. — Bis zum Jahre 1810 hielt man diese Krystalle für festes Chlor, aber Davy that dar, daß aus trockenem Chlorgase solche Krystalle sich nicht absetzen und daß sie Wasser enthalten. Faraday bestimmte 1823 ihre quantitative Zusammensetzung und untersuchte, auf Davy's Anregung, ihre Zersetzung durch die Wärme in verschlossenen Gefäßen, wobei er das Chlor condensirt erhielt.

Scheele entdeckte auch die bleichende Eigenschaft des Chlors, wozu Berthollet die technische Anwendung lieferte. Bei den Untersuchungen über jenen Körper im Jahre 1785 versuchte er mit ihm im Großen zu bleichen; er wandte zu diesem Zwecke Chlormwasser an, später, 1783, wurde zu Javelles, wo eine der ersten Bleichen dieser Art eingeführt wurde, Chlor in Potaschenlauge geleitet, um die Bleichflüssigkeit darzustellen.

In England, wohin durch Watt jene Methode gebracht wurde, versuchte man alsbald, anstatt der Potaschenlösung, Erden anzuwenden, um das Chlor absorbiren zu lassen; L. Tennant, zu Darulay bei Glasgow, erhielt im Jahre 1798 sogar ein Patent für die Anwendung der Kalk-, Baryt- und Strontianerde, zur Darstellung von Bleichflüssigkeit.

Die erste Verbindung des Chlors mit einem schweren Metall war die mit Quecksilber, indem Geber ein Sublimat durch Erhitzen des Metalls mit Kochsalz und Vitriol darstellte. Ebenso bereitete Basilius Valentinus denselben; das Chlorantimon stellte er zuerst durch Destillation von Spießglanz mit Salz und Thon, oder mit Salzsäure oder mit Quecksilbersublimat dar. Später untersuchte Libavius die Einwirkung dieses Sublimats auf Zinn, und entdeckte das Zinnchlorid; seine Einwirkung auf Kupfer, Boyle, welcher so das Kupferchlorür

erhielt. Nach der ältesten Methode, durch Destillation eines Metalls oder einer passenden Verbindung desselben mit Vitriol und Salz stellte Glauber das Chlorarsenik und Chlorzink dar. Durch Präcipitation aus Lösungen wurde das Chlorantimon schon im Anfange des 17. Jahrhunderts durch Eroll, das Chlorblei durch Glauber dargestellt. Auf eine solche Weise wurden die älteren Methoden zur Bereitung der Chlormetalle in die Chemie eingeführt und diese Verbindungen erhielten, je nach ihrer Consistenz, verschiedene Namen; schon im 17. Jahrhundert wurden die festeren als Hornmetalle, die weicheren als Metallbutter oder Metallöle unterschieden. — Ueber ihre Bestandtheile herrschten im 16. und 17. Jahrhundert sehr irrige Ansichten; zwar hatte schon Basilus Valentinus über die des Quecksilbersublimats ausgesagt: „Der Mercurius führt die quintam essentiam spiritus salis in der Sublimation mit auf“, aber später nahm man an, die vermittelst Sublimat bereiteten Chlormetalle enthalten Quecksilber als wesentlichen Bestandtheil, was Glauber, zunächst von dem Chlorantimon widerlegte. Von jener Zeit an gelten die Chlormetalle als Verbindungen von Salzsäure mit Metallen, später als Verbindungen derselben mit Metalloxyden; jedoch erkannte man ihre wahre Natur erst dann, als das Verhältniß der Salzsäure zum Chlor festgestellt wurde.

Becher war der Ansicht, daß die Eigenschaft der Salzsäure, Metalle flüchtig zu machen sich dadurch erklären lasse, daß in ihr das eine feiner hypothetischen Elemente, die Mercurialerde, enthalten sei. Stahl erkannte das nicht an, ohne jedoch zu richtigen Begriffen zu gelangen; er hielt die Salzsäure für eine Vitriolsäure, welche durch gewisse, nicht näher bestimmte, Beimischungen erlangt sei und versicherte sogar, daß er die Vitriol-, Salpeter- und Salzsäure untereinander umwandeln könne. Ebenso behauptete später noch Pott (1739), die Salzsäure könne durch Verbindung mit Eisen in Salpetersäure übergeführt werden, was Demachy widerlegte. Die Salzsäure wurde dennoch von den letzten Phlogistifern, bis zu 1774, als eine eigenthümliche, unzerlegbare Säure betrachtet.

Scheele, welcher 1774 seine Untersuchung des Braunsieins und die Entdeckung des Chlors veröffentlichte, bestimmte dessen Verhältniß zu der Salzsäure in folgender Weise. Es war ihm bekannt, daß der Braunsiein, damit er Salze bilden könne, eine Veränderung in dem Sinne erleidet, wie die Metallkalke, wenn sie in den regulinischen Zustand übergehen. Diese Veränderung bezeichnete er in der Sprache der älteren Theorie als Phlogistifirung. Der Braunsiein phlogistifirt sich z. B. bei der Erhitzung mit Vitriolöl; Phlogiston tritt ihm hier aus der Hitze zu, welche nach Scheele aus Phlogiston und Sauerstoff bestehen sollte, und der Sauerstoff der Hitze wird dabei frei. Bei der Einwirkung der Salzsäure auf den Braunsiein erleidet dieser dieselbe Veränderung; das Phlogiston, welches ihm hier Zutritt, kann nur aus der Salzsäure herrühren, und diese, wenn sie ihr Phlogiston an den Braunsiein abgegeben hat; erscheint als Chlor. — Scheele glaubte so den Beweis geführt zu haben, daß die Salz-

säure Phlogiston enthalte, und er benannte das Chlor als dephlogistisirte Salzsäure.

Nicht lange Zeit darauf suchte Lavoisier nachzuweisen, daß sämtliche Säuren Sauerstoff enthalten, wiewohl für die Salzsäure er den Beweis nicht führen konnte; er gelangte daher zu der Ansicht, daß die Salzsäure aus Sauerstoff und einem unbekannten Körper (von ihm radical muriatique oder base muriatique genannt) bestehe.

Im Jahre 1785 und 1786 wurde durch Berthollet das Verhältniß des Chlors zur Salzsäure genauer festgestellt. Es wurde ermittelt, daß der Braunstein Sauerstoff abgibt, um in den Zustand überzugehen, in welchem er in Salzen enthalten ist. Berthollet fand auch ferner, daß Chlormasser dem Lichte ausgesetzt, Sauerstoffgas entwickelt und daß Salzsäure dabei zurückbleibt; er schloß hieraus, das Chlor werde durch das Sonnenlicht in seine Bestandtheile Sauerstoff und Salzsäure zerlegt, und diese Bestandtheile seien nur durch eine sehr schwache Affinität zusammengehalten; das Chlor sei acide muriatique oxigéné, oxydirte Salzsäure, eine Benennung, welche Kirwan zu oxymuriatic acid abführte. Indessen konnte man noch immer nicht das Radical der Salzsäure ausfindig machen; man gerieth auf die verschiedensten Vermuthungen, welche sämmtlich das wirkliche Radical der Salzsäure aber nicht zu Tage förderten; so glaubte man z. B. es müsse Kohlenstoff darin enthalten sein, sogar hielt man Zink für die Basis der Salzsäure; auf der anderen Seite suchte man wieder die Entstehung der Salzsäure durch die Einwirkung schwefelwasserstoffhaltigen Wassers auf Eisen zu erklären.

Selbst Berthollet war der Ansicht, das Radical der Salzsäure sei zusammengesetzt; aber alle diese Ansichten blieben unberücksichtigt oder fanden doch nur eine kurze Beachtung, und das Radical der Salzsäure blieb unbekannt und man war beharrlich der Ansicht, das Radical der Salzsäure bestehe aus Chlor und Sauerstoff. Gay-Lussac und Thénard sprachen endlich zuerst aus, daß sich alle diese Erscheinungen auch erklären lassen, wenn man das Chlor für einen chemisch einfachen Körper halte. Davy gelangte durch seine Untersuchungen ebenfalls zu den Ansichten, daß Sauerstoff in dem Chlor sich nicht nachweisen lasse, daß das Chlor vielmehr ein einfacher Körper sei. Er betrachtete demnach die Salzsäure als eine wasserfreie Verbindung von Wasserstoff und Chlor, die sogenannten salzsauren Salze als Verbindungen von Chlor mit Metallen. Außer Anderen bestritt namentlich Berzelius im Jahre 1812 diese Ansicht, wiewohl er die Wahrscheinlichkeit zugestand. Berzelius sagte nämlich, daß die Davy'sche Ansicht insofern unrichtig sei, als sie für ganz analoge Verbindungen verschiedenartige Constitutionen ergebe; daß nach ihr die sauren Salze ganz anders zusammengesetzt seien, als die so ähnlichen schwefelsauren und salpetersauren, und daß hauptsächlich für die basisch salzsauren Salze (Verbindungen der Chlormetalle mit Oxyden) nach ihr eine ganz abnorme Constitution angenommen werden müsse. Im Jahre 1815 verglich Berzelius abermals die beiden sich entgegen-

gesetzten Theorien; und suchte darzuthun, daß die Verbindungen der Halogene auch nach der älteren Theorie als salzsaure Verbindungen sich betrachten lassen, außerdem müsse eine Aenderung in den Ansichten über die Constitution der Salze eintreten.

Mehre Versuche, z. B. die Gay-Lussac's, durch welche gezeigt wurde, daß die Cyanmetalle, welche bis dahin als blausaure Salze angesehen wurden, nur aus Metall, Kohlenstoff und Stickstoff bestehen, ferner die Davy's, wodurch dargethan wurde, daß Chlor durch glühende Kohle nicht zerlegt werde, gaben der Davy'schen Ansicht immer mehr Festigkeit. Als nun aber Faraday im Jahre 1821 auch mehrere Verbindungen von Chlor mit Kohlenstoff entdeckte, wurde die Theorie der salzsauren Verbindungen immer mehr zurückgedrängt und selbst Berzelius schloß sich der sogenannten chloristischen Theorie an, welche später durch Dulong und Liebig weiter ausgebildet wurde. Davy selbst gab hierzu die nächste Veranlassung, und die Ausbildung führte zu der Ansicht, daß nur das Schwefelsäure- und das Salpetersäurehydrat nicht aber die wasserfreie Schwefelsäure oder die damals hypothetische trockene Salpetersäure als eigentliche Säuren zu betrachten seien.

In Betreff der Verbindungen des Chlors mit dem Sauerstoff muß bemerkt werden, daß die Chlorsäure in der Verbindung mit Kali schon im 17. Jahrhundert dargestellt worden zu sein scheint. Berthollet untersuchte 1785 die Einwirkung des Chlors auf alkalische Substanzen; entdeckte 1786 das chlorsaure Kali und untersuchte es dann bis 1788; er erkannte es als eine Verbindung einer Säure, welche mehr Sauerstoff enthält, als Chlor. Um diese Säure von dem Chlor zu unterscheiden, nannte er sie *acide muriatique suroxygénée*, wiewohl in der ersten Zeit, nach der Entdeckung der chlorsauren Salze, viele Unsicherheit in der Benennung derselben herrschte. Einige Chemiker hielten sie für direct aus dem Alkali mit dem Chlor gebildet und andere für oxydirt salzsaure Salze, *muriates oxygénés*; Andere bezeichneten sie richtiger als überoxydirt oder hyperoxydirt salzsaure Salze, *muriates suroxygénés*, so daß diese beiden Benennungen zur Zeit des Jahres 1790 oftmals ein und dasselbe bedeuten; in Deutschland bezeichnete man sie noch gegen 1800 oftmals als oxydirt salzsaure Salze; Berthollet war es, welcher erkannte, daß sich bei der Bildung eines chlorsauren Salzes durch Einwirkung von Chlor auf Alkali auch salzsaures Salz bildet; seiner Ansicht zufolge wirft sich hierbei der Sauerstoff von einem Theil oxydirtter Salzsäure (Chlor) auf den andern, so daß überoxydirt Salzsäure und gewöhnliche Salzsäure entstehen; er erhielt aber die Säure nicht im isolirten Zustande, sondern in Verbindung mit Wasser stellte sie zuerst Gay-Lussac im Jahre 1814 dar. Chenevix, welcher die chlorsauren Salze im Jahre 1802 untersuchte, nahm zuerst wahr, daß bei der Einwirkung der Schwefelsäure auf chlorsaures Kali ein Gas von lebhafterer gelber Farbe, als die des Chlors, sich entwickelt, und er glaubte, daß dieses Gas Chlorsäure sei, welche indessen bei ihrer Ausscheidung jedes Mal zum Theil zersetzt werde und deshalb mit Chlor vermischt sei.

H. Davy und Graf Stadion in Wien entdeckten aber im Jahre 1815, unabhängig von einander, daß das sich hier bildende Gas eine eigenthümliche Drydationsstufe des Chlors sei. — Dieses Gas wurde von H. Davy zunächst nicht speciell benannt, während es von Stadion später als dreifach oxygenirte Chlorine bezeichnet wurde; später erhielt es die Namen Chloroxyd, chlorige Säure oder Unterchlorsäure. Stadion entdeckte ferner auch im Jahre 1815, daß bei der Entwicklung dieses Gases aus chlorsaurem Kali mit Schwefelsäure in dem Rückstande des Kalisalzes eine besondere Säure des Chlors bleibt. — Die Bildung des überchlorsauren Kalis bei dem Erhitzen des chlorsauren entdeckte Serullas im Jahre 1831.

Als die niedrigste Drydationsstufe betrachtete man während einiger Zeit das intensiv gelbe Gas, welches bei der Einwirkung der Salzsäure auf chlorsaures Kali entsteht. Dieses Gas war schon von Cruikshank und von Chenevix im Jahre 1802 wahrgenommen, von dem Ersteren aber für Chlor, von dem Letzteren für eine Mischung von Chlor und Chlorsäure gehalten worden. Als eine eigenthümliche Verbindung des Chlors mit Sauerstoff betrachtete es zuerst Davy, welcher es 1811 untersuchte, als seine Zusammensetzung 2 Volum Chlor auf 1 Volum Sauerstoff fand und ihm den Namen Euchlorine (von $\epsilon\upsilon$ und $\chi\lambda\omega\rho\acute{o}\varsigma$, sehr gelb), gab. — Später wurde es auch als Chloroxydul oder erstes Oxyd des Chlors bezeichnet. Nach der Entdeckung der Unterchlorsäure sprach H. Davy 1815 die Ansicht aus, daß die Euchlorine ein Gemenge von jenem Gas mit Chlor sein könne. Gay-Lussac hielt sie dagegen, wegen ihrer constanten Zusammensetzung, jedoch für eine wirkliche Verbindung; aber Soubeiran zeigte 1831, daß sie nur ein Gemenge sei, wofür Davy im Jahre 1834 sich ebenfalls aussprach.

Die Wahrnehmung, daß das Chlor sich mit wässerigen Alkalien in Verbindungen vereinigen kann, und die bleichende Kraft des Chlors unverändert bleibt, war zuerst durch Berthollet gemacht worden. Berzelius hielt sie für Gemenge aus Chlormetallen und chlorigsauren Alkalien; Balard entdeckte im Jahre 1834, daß sie Gemenge von Chlormetallen mit unterchlorigsauren Salzen sind und entdeckte die Eigenschaft und Zusammensetzung der Säure in den letzteren.

Was die Verbindungen des Chlors mit dem Schwefel betrifft, so war Scheele der Ansicht, daß eine Veränderung des Schwefels durch Chlor nicht statfinde, während Hagemann in Bremen 1782 darthat, daß eine Verbindung erfolge. Thomson stellte im Jahre 1804 das Schwefelchlorür dar, aber durch Davy und Buchholz wurden 1810 die zwei Verbindungen des Chlors mit Schwefel zuerst unterschieden. Gay-Lussac und Thénard entdeckten 1808 das Phosphorchlorür, H. Davy 1810 das Phosphorchlorid, und Berzelius 1817 die Verbindung des Chlors mit Selen. Dulong entdeckte 1812 Chlornickstoff und Berzelius 1824 Chlorbrom.

Die Verbindungen, welche nur Chlor und Kohlenstoff enthalten, sind erst in späterer Zeit entdeckt worden; die Verbindung des Chlors mit dem ölbildenden

Gas, wurde im Jahre 1795, durch Deiman, Baet's von Troostwyl, Bondt und Lauwerenbourg entdekt, weshalb dieselbe auch oftmals als das Del der holländischen Chemiker bezeichnet wurde. Das Chlorkohlenoxyd wurde durch Davy im Jahre 1811 entdekt und Robiquet, sowie Colin erkannten zuerst die Entstehung von Chlorkohlenstoff als Endresultat der Einwirkung des Chlors auf ölbildendes Gas, und Faraday entdeckte im Jahre 1821 die Darstellung verschiedener Verbindungen von Chlor mit Kohlenstoff.

Jod. Das in seinem chemischen Verhalten dem Chlor ähnliche Jod wurde den Chemikern gegen Ende des Jahres 1813 allgemeiner bekannt, wiewohl es schon früher entdekt worden war; denn Courtois hatte den genannten Körper im Jahre 1811 in der Soda gefunden, welche aus der Asche von Strandgewächsen bereitet war, und er hatte ausgemittelt, daß der neue Körper mit Ammoniak ein detonirendes Pulver gebe.

Die erste öffentliche Nachricht über das Jod wurde in einer Sitzung des französischen Nationalinstituts im November 1813 erst durch Clément gegeben; später untersuchte Gay-Lussac den Körper vollständiger. Den Namen Jod erhielt die fragliche Substanz durch Gay-Lussac, wegen der violetten Farbe ihres Dampfes, von *ἰώδης*, veilchenfarbig oder *ῥόζον*, das Veilchen.

Clément und Déformes stellten gemeinschaftliche Versuche über das Jod an und es wurde durch die genannten Chemiker die Existenz der Jodwasserstoffsäure und der Verbindungen des Jods mit Phosphor und Schwefel angekündigt. Gay-Lussac theilte 1813 mit, daß das Jod eine dem Chlor analoge Substanz sei und sprach gleichzeitig die Ansicht aus, daß beide Körper als einfache zu betrachten seien und H. Davy machte zuerst bekannt, daß Jod indirect mit Sauerstoff sich verbinde, daß es nämlich mit Kalilösung, Jodkalium und jodsaures Kali gebe; die Abscheidung der Jodsäure aus dem jodsauren Baryt durch Schwefelsäure lehrte aber zuerst Gay-Lussac, im Jahre 1813. — Die Unterjodsäure wurde 1833 durch Magnus und Ammermüller entdekt; Colin und Gauthier de Claubry beobachteten zuerst im Anfange des Jahres 1814, daß Jod auf Stärkmehl reagire und Stromeyer empfiehlt zu Ende desselben Jahres Stärkmehl als das beste Reagens auf Jod. Daß Jod im Wasser der Ostsee enthalten sei, wurde zuerst durch den Apotheker Krüger in Rostock 1821 wahrscheinlich gemacht und durch Pfaff im Jahre 1825 bewiesen; im letzten Jahre fand es auch Balard in dem Wasser des mittelländischen Meeres. Durch Fuchs wurde das Jod im Jahre 1823 im Steinsalze von Hall in Tyrol aufgefunden und Angelini entdeckte es zuerst im Mineralwasser einer Heilquelle zu Voghera in Piemont, im Jahre 1822. Bauquelin wies das natürliche Vorkommen des Jods mit Metallen im Jahre 1825 nach.

Brom. Das Brom (von *ὁ βρωμος*, der Gestank) wurde durch Balard 1826, in der Mutterlauge des Meerwassers, entdekt und ebenderselbe Chemiker wies auch nach, daß das Brom dem Chlor und Jod vollkommen analog sei.

Außer Balard beschäftigten sich hauptsächlich Serullas, seit 1827, und Löwig, seit 1829, mit den Untersuchungen der Verbindungen des Broms.

Fluor. Das Mineral, welches unter dem Namen „Flußspath“ bekannt und in welchem Fluor enthalten ist, wurde lange Zeit hindurch mit anderen Mineralien verwechselt; am deutlichsten spricht sich zuerst Agricola um die Mitte des 16. Jahrhunderts darüber aus.

Die Eigenschaft des Flußspaths, durch Erwärmung noch vor dem Erglühen zu leuchten, wird zuerst in einer Abhandlung von J. F. Elsholz über die verschiedenen Arten Phosphor 1677 erwähnt.

Im Jahre 1670 soll schon ein nürnbergischer Künstler Heinrich Schwanhard, mittelst Flußspath Zeichnungen erhaben auf Glas geritzt haben; eine chemische Untersuchung des Flußspaths versuchte indessen erst Marggraf im Jahre 1768. Priestley glaubte 1775 eine in dem Flußspath enthaltene Säure in einem Zustande dargestellt zu haben, als er das aus Flußspath und Schwefelsäure in einer Retorte sich entwickelnde Gas über Quecksilber auffing; er machte darauf aufmerksam, daß bei dieser Operation das Glas der Retorte ganz zerfressen wird, ohne jedoch zu vermuthen, daß ein Bestandtheil des Glases in die Zusammensetzung der entstehenden Lustart eingehen könne. Die Vermuthung, daß die Kiesel Erde, welche bei der Berührung dieses Gases mit Wasser zum Vorschein komme, nun aus ihrer Auflösung in Flußspathsäure ausgeschieden werde und eigentlich aus den Glasgefäßen stamme, sprach zuerst der Botaniker Ehrhart zu Hannover 1778 brieflich gegen Scheele aus; J. E. F. Meher zu Stettin berichtete gleichzeitig, daß die Resultate oder Versuche mit Flußsäure anders ausfallen, wenn statt gläserner Gefäße bleierne benutzt werden. Scheele, bestätigte ferner 1781, daß die aus Flußspath mit Schwefelsäure sich entwickelnde Säure mit Wasser keine Kiesel Erde bildet, wenn bei der Bereitung die Flußsäure mit kiesel Erdehaltigen Substanzen nicht in Berührung kam. Zu ebendenselben Resultaten gelangte Wenzel im Jahre 1781. Kurz die Mehrzahl der Chemiker erkannte sehr bald an, daß die Säure des Flußspaths die Kiesel Erde des Glases auflösen könne und sie bei der Berührung mit Wasser wieder fallen lasse, wenn auch Einige wie z. B. Achard die Marggraf'sche Ansicht vertheidigten. Uebrigens wurde die Flußsäure noch keineswegs rein dargestellt. Scheele wandte hierfür eine zinnerne mit Wachs überzogene Retorte, H. Wenzel bleierne und Scopolli silberne, inwendig vergoldete Gefäße an. Gay-Lussac und Thénard machten im Anfang des Jahres 1809 Versuche bekannt, die Flußsäure zu zersetzen; und stellten durch Behandlung des Flußspaths mit Vitriolöl zuerst die möglichst wasserfreie Flußsäure dar; auch Davy hatte schon zu Ende des Jahres 1808 Versuche über die Zersetzung der Flußsäure angestellt, die jedoch auch nicht zu einem bestimmten Ergebniß führten.

Aus allen Versuchen ging durchaus nicht hervor, was für ein Radical in der Flußsäure enthalten sei. Ampère war der Erste, welcher sie als eine der Salzsäure analoge Wasserstoffsäure betrachtete; und seit 1813 wurde die Existenz

eines dem Chlor ähnlichen Elements, des Fluors in der Flußsäure angenommen. 1816 veröffentlichte Ampère in einer Abhandlung, daß das Fluor neben das Chlor und Jod zu stellen sei.

Durch J. Davy wurde 1812 das Fluorboron und Fluorkieselgas weiter bearbeitet und namentlich Berzelius erwarb sich Verdienste um die Erweiterung der Kenntnisse über die Fluorverbindungen, welche er im Jahre 1823 veröffentlichte, auch ihm ist der Nachweis des Fluors in den Knochen zuzuschreiben, wogegen das Vorkommen dieses Elements im fossilen Elfenbein und im Schmelz der Zähne durch Morechini entdeckt wurde. — Das Uebrige über die Untersuchungen des Fluors gehört der neueren und jüngsten Zeit an; es kann deshalb davon hier nicht die Rede sein. —

2. Die metallischen Elemente und deren Verbindungen.

Die Metalle lassen sich in leichte und schwere eintheilen.

A) leichte Metalle.

- a) Alkalimetalle: Kalium, Natrium, Lithium.
- b) Metalle der alkalischen Erden: Barium, Strontium, Calcium.
- c) Metalle der eigentlichen Erden: Magnesium, Aluminium, Beryllium, Zirkonium, Yttrium, Erbium, Terbium, Thorium, Radium, Cer, Lanthan, Didym. Diese letzteren drei bilden den Uebergang zu der folgenden Gruppe.

B) Schwere Metalle.

- a) Uedle Metalle: Mangan, Eisen, Nickel, Kobalt, Uran, Kupfer, Zink, Blei, Cadmium, Wismuth.
- b) Edle Metalle: Quecksilber, Silber, Palladium, Platin, Iridium, Rhodium, Ruthenium, Osmium, Gold.
- c) Elektronegative Metalle: Zinn, Antimon, Arsen, Tellur, Titan, Niobium, Pelopium, Tantal, Wolfram, Molybdän, Vanadium, Chrom.

A. Leichte Metalle und deren Verbindungen.

- a) Alkali-Metalle: Kalium, Natrium, Lithium.

Kalium (K.) und dessen Verbindungen.

Selbst nachdem Lavoisier die Metallkalke als Oxyde erkannte, wurden trotzdem die Alkalien stets für eine besondere Klasse von einfachen Körpern gehalten, bis 1807 Davy's herrliche Entdeckung des Kaliums über dieselben Licht verbreitete, daß auch die Oxyde besondere Metalle seien, auf galvanischem Wege nicht allein die Alkalien, sondern auch die alkalischen Erden zerlegte. (Uebrigens s. über die Abscheidung des Kaliums und das Kaliumhyperoxyd weiter unten.) Um die Reduction der Metalle der Alkalien, alkalischen Erden und Erden machten sich vorzugsweise H. Davy, Gay-Lussac, Thénard, Berzelius, Pontin,

Erman, Simon, v. Jacquin, Bruner, Seebeck, Curandau, Trommsdorff, Sementini, Lampadius, Brunner, Tennant, Wöhler, Serullas, Mantell, Pleischl, Schädler, Ritter, Bunsen, Arfvedson und Deville u. s. w. verdient (das Specielle s. in dem Folgenden).

Das Wort „Alkali“ (aus al, dem arabischen Artikel und dem arabischen Worte „Kali“, Aschensalz gebildet) wurde von den Arabern dem in der Asche der Strandpflanzen befindlichen kohlensauren Natron gegeben. Diese Benennung wurde jedoch auch auf das kohlensaure Ammoniak, sowie auf das kohlensaure Kali der Asche der Landpflanzen ausgedehnt.

Kali (Kaliumoxyd KO.) und kohlensaures Kali.

Das kohlensaure Kali, aus welchem Kalium und Kali dargestellt wurden und noch heute werden, ist jedenfalls eine der wichtigsten und am längsten bekannten Kali-Verbindungen. Schon die Israeliten scheinen, wenn auch das kohlensaure Kali ihnen noch nicht bekannt war, die Pflanzenasche als Reinigungsmittel benutzt zu haben. Eine Kenntniß der unreinen Potasche oder des unreinen kohlensauren Kalis findet sich zuerst bei den Griechen ausgesprochen; so wird z. B. bei Dioskorides der aus Holzasche auszulaugenden Substanz nur als Auflösung im Wasser gedacht, aber er erwähnt nicht ihre Darstellung in fester Gestalt. — Bei Dioskorides heißt es z. B. „*γίνεται δὲ καὶ κορία ἀγρίας συκῆς, καὶ ἡμέρου, καέντων τῶν κλάδων, ἐκ τῆς τέφρας πολύβροχον δὲ αὐτὴν δεῖ ποιεῖν καὶ παλαιοῦν.*“

Die Griechen wußten so viel von dem kohlensaurem Kali, daß sie das aus Weinstein bereitete mit aus Asche erhaltenen nicht als identisch betrachteten. Dioskorides gedenkt nämlich auch des Produkts, welches durch Verbrennung des Weinsteins erzielt wird, wenn wir annehmen, daß, wie nicht zu bezweifeln, mit *τὸν εἶνον* Weinstein, zu verstehen ist.

Bei den römischen Schriftstellern gilt die Soda (nitrum) als der eigentliche Anhaltspunkt für die Betrachtung alkalischer Substanzen, und die Potasche wird davon nicht unterschieden, welche zu Plinius' Zeit wenig dargestellt wurde, während früher sie statt Soda verkauft worden war. Da Plinius selbst hielt die Bereitung der Potasche aus Eichenholz für eine Verfertigung künstlicher Soda; jedoch wußte man, daß die Holzasche einen ähnlichen Stoff einschließt, wie die Asche des Weinsteins. Ueber den gebrannten Weinstein sagt Plinius: (Hist. nat. Lib. XIV. Cap. 26.): „*Et faex vini siccata recipit ignes, ac sine alimento per se flagrat. Cinis ejus nitri naturam habit, easdem vires, hoc amplius, quo pinguior sentitur.*“ — Griechen und Römer bezeichneten die alkalische Lauge, gerade so wie die Asche selbst, durch *κορία* Asche und Lauge. Das vegetabilische Alkali wurde bei den Römern vorzüglich in der Arzneikunst angewandt.

Die Bereitung des vegetabilischen Alkalis aus Weinstein und aus Holzasche war auch schon den arabischen Chemikern bekannt. Geber sagt: „*de inventione*

perfectionis, Cap. IV. p. 480“*): „Sal tartari fit ex faecibus vini calcinatis, vel ex tartaro calcinato, dissoluto et congelato; et est praeparatum.“ Raym und Lull beginnt seine Experimenta damit, daß er den Weinstein durch Brennen zubereiten lehrt. Er schreibt vor, den Weinstein von rothem oder weißem Wein zu waschen, ihn in einer Retorte zu erhitzen, den Rückstand in einem irdenen, nicht glasirten Gefäße zu brennen, wozu man Kieverberir- oder Glasöfen anwenden müsse, den weißgebrannten Rückstand aufzulösen, durch ein feines leinenes Tuch zu filtriren, wieder zur Trodne abzdampfen und mit dem Auflösen, Filtriren und Abdampfen fortzufahren, bis die Lösung auf dem Filter keinen erdigen Stoff mehr hinterlasse.

Schon früher nahm man wahr, daß die verschiedenen Pflanzentheile eine ungleiche Menge Asche und Salz liefern, und daß faules Holz mehr giebt, als frisches. Im 13. Jahrhundert wurde schon von Albert von Bollstädt erwähnt, zur Bereitung der Aetzlauge vorgeschrieben, Asche von faulem Eichenholz zu nehmen. Kunkel sagt sogar im Jahre 1681, daß ein Pfund faulen Holzes oder eines verwesten Krauts verbrannt, mehr Alkali liefert als fünf Pfund frischen Holzes, wiewohl viele Chemiker diese Wahrheit nicht erkannten.

Schon im 16. Jahrhundert findet sich die Bereitung des vegetabilischen Alkalis durch Verpuffen des Weinstein mit Salpeter erwähnt. Die Darstellung durch Erhitzen von Salpeter mit Kohle lehrt schon Glauber. Er nannte die durch Verbrennen von gutem getrockneten Salpeter mit Kohle erhaltene Substanz nitrum fixum, und schrieb derselben wunderbare, besondere Eigenschaften zu. Die Meinung, daß jedes verschieden bereitete Laugensalz wirklich verschiedene Eigenschaften habe, wurde besonders durch Tachenius' Autorität bestärkt, nach welchem sogar die aus verschiedenen Pflanzen nach der Verbrennung ausgezogenen vegetabilischen Salze in ihren verschiedenen medicinischen Wirkungen, ganz verschieden sein sollten**). Kunkel bewies, daß durch das Einäschern der Pflanzen die Eigenthümlichkeit derselben ganz zerstört werde und das aus der Asche zu ziehende Salz stets unter sich und mit Weinstainsalz übereinstimme, namentlich in Beziehung auf die Verbindungen mit Säuren.

Es fielen hiernach die bisher unter so vielen verschiedenen Namen bezeichneten Arten von kohlenfaurem Kali unter den Begriff einer Substanz zusammen, während bisher sal tartari (kohlenfaures Kali aus Weinstein), das sal vegetabile oder die cineres clavellati (die eigentliche Potasche), das nitrum fixum oder alcalisatum (aus Salpeter mit Kohle, seiner schnellen Darstellung wegen, auch alcali extemporaneum benannt) und viele andere unterschieden worden waren, begann man zu Anfang des 18. Jahrhunderts, sich im Allgemeinen für alle diese des Ausdrucks alcali fixum zu bedienen. Dieser Name reichte indessen nicht mehr aus, als man das Natron als eine eigenthümliche Art feuerbeständigen Laugensalzes erkannt hatte. Seit 1759, wo Marggraf das Natron als mineralisches

*) Avicenn. atque Gebri opera edit. 1572.

**) S. Tachen. Hippocrates chymicus.

Laugensalz unterschied, benannte man das Kali ausschließlich als vegetabilisches. Uebrigens zeigte schon Klaproth im Jahre 1797, daß jenes nicht lediglich in dem Pflanzenreiche vorkommt.

Das zweifach-kohlensaure Kali wurde zuerst durch Fr. A. Cartheuser dargestellt; derselbe beschrieb im Jahre 1757 in den Schriften der Erfurter Akademie eine Methode, das Gewächs-Laugensalz in krystallinische Form zu bringen.

Cavendish stellte das zweifach-kohlensaure Kali durch Sättigen einer Auflösung von Potasche mit Kohlensäure dar, und diese Methode war durch Bergman im Jahre 1774 mehr verbreitet.

Obgleich bei älteren Schriftstellern keine bestimmten Vorschriften darüber gegeben worden sind, wie die Lauge von Holzasche durch Behandlung mit gebranntem Kalk ägender gemacht werde, so wird doch von Galenus über den Gebrauch des Kalkes mit der Asche bei der Seifenbereitung berichtet, und es finden sich auch bei den Arabern ausführlichere Vorschriften gegeben, wie man Pflanzen-Alkalien ägend machen soll. So sagt z. B. Geber in seiner Schrift: *de inventione perf.* C. IV. p. 479: „*Sal Alkali apud aliquos sic praeparatur: Accipiunt cineris clavellati pondera quinque vel duo, calcis vivae pondus unum, et trahunt totum lixivium, et distellent et congelant, et huic reiterant semel, et est praeparatum**).

Vasilius Valentinus war es bekannt, daß der Weingeist das Weinstein-salz, nach vorgängiger Behandlung mit Aetzalkali auflöst; denn es heißt z. B. bei Vasilius Valentinus: „Der lebendige Kalk wird gestärkt, feuriger und hitziger gemacht durch den reinen, unverfälschten Weingeist, welcher öfter von Neuem darauf gegossen und wieder abgezogen wird; darnach das weiße Salz vom Tartaro darüber gerieben, sammt seinem Zuschlage, welcher todt und für sich nichts halten muß, so bekommst Du einen höllischen Geist, dahinter viel Kunst verborgen und begraben liegt.“ Auf die Unlöslichkeit des kohlensauren Kalis in Weingeist gründete Berthollet 1783 die Darstellung des reinen Aetzkalis, den sogenannten Potasse à l'alcool. Die Fähigkeit des ägenden Kalis zu krystallisiren, wurde lange Zeit hindurch bezweifelt, bis Berthollet zuerst (1783) dessen Krystallisation beobachtete und nach ihm Lomiz (1796) dieselbe beschrieb. Daß diese Krystalle Wasser enthalten, wußte man damals, aber hielt man irrthümlich dafür, daß das in glühendem Fluß geschmolzene Kali wasserfrei sei, bis durch die Entdeckung des Kalimetalls die Darstellung des wasserfreien Dryds veranlaßt wurde, wo man dann den Wassergehalt des geschmolzenen Aetzkalis genauer bestimmte.

Das Kaliumhyperoxyd, so auch das Natriumhyperoxyd (Na O_2) wurden durch Gay-Lussac und Thénard (1810) entdeckt, indem diese Chemiker Kali und Natron in Sauerstoffgas glühten.

Humphry Davy führte im Jahre 1807 die Reduction der Alkalien aus und verbreitete Licht über die Constitution dieser Körper. Davy versuchte zuerst

*) Avicenn. atque Gebri opera ed. 1572.

die Alkalien in der Weise zu zersetzen, daß er auf ihre gesättigten Auflösungen in Wasser die galvanische Elektricität einwirken ließ, wiewohl er auf diese Weise nur erreichte, daß das Wasser eine Zersetzung erlitt. Er brachte hierauf in glühendem Fluß schmelzendes Kali in den Kreis der galvanischen Batterie und beobachtete, daß da, wo der negative Pol des Apparats das geschmolzene Kali berührte, eine starke Verbrennungs-Erscheinung dauernd stattfand.

Versuche mit schwach befeuchteten Aetzkali führten zu dem Resultat, daß kleine Kügelchen von vollkommenem Metallglanz am negativen Pol sich bildeten, und gleiche Resultate wurden in derselben Weise mit Natron erzielt.

Mannichfache von anderen Seiten ausgeführte Untersuchungen mißlangen, obgleich sie von tüchtigen Meistern ausgeführt wurden, so z. B. wollten Gay-Lussac und Thénard im Jahre 1808 Aetzkali durch Eisen zerlegt haben; jedoch waren die Angaben, welche damals darüber vorgelegt wurden; unvollkommen.

Im Jahre 1807 sprach Davy schon die Ansicht aus, daß die ätzenden Alkalien die Dryde darstellbarer Metalle seien. Im Mai 1808 sprachen sich Gay-Lussac und Thénard ebenfalls bestimmter dafür aus, daß die Alkalimetalle nichts Anderes als Verbindungen von Alkali mit Wasserstoff seien, und sie betrachteten das Verhalten des Kalimetalls zu Ammoniakgas, als dies besonders deutlich beweisend. In trockenem Ammoniakgas erhitzt, absorbire das Metall das erstere Gas und entwickle so viel Wasserstoff, als es in Berührung mit Wasser gegeben haben würde; das Metall verwandle sich dabei in eine olivengrüne Substanz, welche aus Kali mit Ammoniakgas verbunden bestehe, und das letztere könne man vollständig durch Erhitzen und durch Befeuchten des Rückstandes mit etwas Wasser gewinnen, so daß nur kaustisches Kali zurückbleibe.

Bis zum Jahre 1809 währte die Verschiedenheit in der Ansicht über die Constitution der Alkalimetalle zwischen Gay-Lussac, Thénard und Davy fort; sie übertrug sich auf eine Reihe anderer Ansichten, auf eine Reihe einzelner Fragen, was die Existenz bestimmter Thatfachen betrifft. Uebrigens lauteten die Ansichten der Chemiker allgemein zu Gunsten der Davy'schen Meinung, ehe noch weitere Versuche Thénard's und Gay-Lussac's bekannt waren; auch Berzelius sprach sich für Davy's Ansichten im Jahre 1810 aus, wo denn auch die zuvor genannten Chemiker beitraten und zustimmten.

In Deutschland wurden die Versuche Davy's zuerst durch Erman und Simon in Berlin, so wie ferner durch Jacquin, Schreibers, Tihavsky und Bremser in Wien im Jahre 1808 wiederholt.

Im Jahre 1808, also fast gleichzeitig, wie Davy das Kalium auf galvanischem Wege abgetrennt hatte, fand Curandau*), daß das Kalium aus dem Kali (oder Kaliumoxyd; KO) mittelst Kohle unter Anwendung von Weiß-

*) François, René Curandau, war erst Apotheker in Vandôme, dann in Paris; er wurde 1765 zu Seez (Normandie) geboren und starb 1813 zu Paris.

glühhiße abgeschieden werden könne. Der genannte Chemiker hatte die Ausscheidung des Metalls namentlich durch Glühen einer Mischung von kohlensaurem Kali mit Kohle und etwas Leinöl in eisernen Röhren erzielt, indem er das erweichende Metall in eisernen Stäben, welche in die Röhren gebracht worden waren, sich verdichten ließ.

Die Versuche Surandau's wurden durch vielfache Wiederholung bestätigt gefunden und noch gegenwärtig wird das Kalium aus kohlensaurem Kali mittelst Kohle, durch Erhitzen in eisernen Röhren oder Flaschen, unter Anwendung verschiedener Verbesserungen, Retorten und Vorsichtsmaßregeln, reducirt und in Steinöl (wie dieses zuerst von Seiten Trommsdorff's und Buchholz' geschah) aufbewahrt.

Das Chlorkalium wurde längere Zeit als von dem Kochsalz nicht wesentlich verschieden betrachtet. Besondere medicinische Eigenschaften glaubte an ihm Sylvius Boë zu finden, nach welchem es lange als *sal febrifugum* oder *digestivum Silvii* bezeichnet wurde.

Auch Otto Tachenius empfahl es zu ebendenselben Zwecke und betrachtete bereits als seine Bestandtheile Salzsäure und Kali. Eine der frühesten Darstellungsarten war die, den Rückstand von der Bereitung des flüchtigen Laugensalzes aus Potasche oder Weinstein Salz und Salmiak aufzulösen und krystallisiren zu lassen.

Der Bereitung des schwefelsauren Kalis gedenkt schon Isaaak Hollandus als Rückstand von der Scheidewasserbereitung (durch Erhitzen von Salpeter mit Vitriol). Im 16. Jahrhundert scheint Paracelsus dasselbe eigentlich angedeutet zu haben, wenigstens wurde es von Croll in seiner *Basilica chymia* (1608) mit dem Namen *specificum purgans Paracelsi* bezeichnet, wenn es durch Erhitzen des Eisenvitriols mit Weinstein Salz dargestellt ist. Tachenius erwähnt in seinem *Hippocrates chymicus* (1666), daß man Eisenvitriol durch Weinstein Salz zersetzt und als Filtrat abdampft, und das so bereitete Präparat wurde noch lange Zeit als *tartarus vitriolatus Tachenianus* bezeichnet. Glaser lehrte in seinem *Traité de chymie* (1663), durch Auftragen von Schwefelblumen auf schmelzenden Salpeter schwefelsaures Kali bereiten, und durch Zusatz von wenig Schwefel auf eine große Menge Salpeter bereitete man eine Mischung aus salpetersauren und schwefelsauren Kali, welche als *Prünelle Salz* unterschieden wurde; durch Zusatz von mehr Schwefel stellte Glaser schwefelsaures Kali dar, welches so zubereitet nach ihm *sal polychrestum Glaseri* genannt wurde. Glauber erhielt dasselbe Salz als Rückstand bei der Destillation des Salzes mit Vitriolöl; das so erhaltene hieß *nitrum vitriolatum*. Das schwefelsaure Kali war eine der ersten chemischen Verbindungen, deren nähere Bestandtheile untersucht wurden. Glauber, Tachenius, Boyle und ihre Zeitgenossen kannten dessen Zusammensetzung. Als eine erste Verbindung, worin zwei Salze, ein alkalisches und ein saures, nachzuweisen waren, hieß das schwefelsaure Kali seit Ende des 17. Jahrhunderts auch *arcantum* oder *sal duplicatum* oder *panacea duplicata*. Im Anfange des 18. Jahrhunderts vermochte man das Salz nicht in seine Bestandtheile zu zerlegen, und die Auf-

gabe, welche Stahl durch Neumann gegen 1720 den Pariser Chemikern mittheilen ließ, den vitriolisirten Weinstein in einem Augenblick und in der hohlen Hand zu zerlegen, konnte damals Niemand lösen, so viel Mühe manche Chemiker sich gaben. 1724 theilte Stahl's Sohn an Bouldoc mit, daß man diese Zerlegung mit salpetersaurem Silber vollbringen könne; die Vitriolsäure trenne sich dadurch augenblicklich vom Weinstein Salz.

Die Vereinigung des Schwefels mit fixem Alkali scheint schon früher versucht worden zu sein; wenigstens macht Plinius mehrere Angaben, welche nur auf die Darstellung einer Art Schwefelleber gehen können. — Die Bereitung der Schwefelleber auf trockenem Wege kommt zwar bei den arabischen Chemikern nicht vor, wohl aber wußte Geber im 8. Jahrhundert, daß der Schwefel sich in Aetzlauge auflöst; auch Albertus Magnus erwähnt in seiner Alchymia des Zusammenschmelzens von Schwefel mit Alkali und beide Vereinigungsarten, auf trockenem und auf nassem Wege scheint Basilius Valentinus im 15. Jahrhundert gekannt zu haben, da er schon von der Bereitung der Schwefelleber als einer gewöhnlichen Sache spricht.

Ferner gibt Boyle in einer Schrift: „Considerations and Experiments touching the origin of qualities and forms (1669) an, daß die Verbindungen der Schwefelsäure mit Laugensalzen durch Glühen mit Kohle sich zersetzen und röthlich werden. Stahl erkannte, daß bei dem Erhitzen mit Kohle das schwefelsaure Salz in eine weiche Schwefelleber übergeht, und erklärte die Bildung derselben seiner Theorie gemäß.

Hinsichtlich der Eigenschaften der Schwefelleber erwähnt Basilius Valentinus zuerst, daß ihre Auflösung Silber schwarz färbt; auch war Glauber bekannt, daß sich Metalle in geschmolzener Schwefelleber auflösen und Stahl bemerkt auch, daß wenn man nicht mehr Schwefel zu dem Alkali mischt, als es eben vor sich halten kann, und so dann die Metalle dergestalt damit tractirt, so greift es solche äußerst wenig oder gar nicht an; ferner hatte auch schon Mayow beobachtet, daß sich in Schwefelleberlösung an der Luft allmählig Schwefelsäure bildet.

Ueber die Constitution der Schwefelleber scheint man die am nächsten liegende Ansicht schon sehr früh gehabt zu haben, dieser Körper sei eine Verbindung von Schwefel und Alkali. Bei den ersten Antiphlogistikern galten die Schwefellebern ebenfalls als Verbindungen von Schwefel mit Alkalien oder Erden; in der antiphlogistischen Nomenclatur (1787) erhalten sie die Namen sulfures alcalins oder terreux. Daß sich durch Säuren aus ihnen nicht nur Schwefel, sondern auch Schwefelwasserstoff abscheide, erklärte man sich durch die Annahme, es werde mit Wasser zersezt. Berthollet war es namentlich, welcher in seiner Statique chimique 1803 behauptete, die Verbindungen des Schwefels mit Alkalien können nie im wasserfreien Zustande bestehen, mit Wasser aber bilde sich hydrothionsaures und schwefelsaures Alkali. Bauquelin suchte es im Jahre 1817 wahrscheinlich zu machen, daß in den bei hoher Temperatur gebildeten Schwefelalkalien nicht das Alkali selbst, sondern das Metall desselben enthalten sei und Berzelius begründete daneben die heutigen Ansichten.

Natrium (Na).

Die Entdeckung des Natriums oder vielmehr die Abscheidung dieses Metalls aus seinen Verbindungen gehört der neueren Zeit an. Davy schied es zuerst auf galvanischem Wege im Jahre 1807 ab (s. w. u.)

In den Büchern des alten Testaments wird einer Substanz gedacht, welche mit dem Namen „neter“ belegt worden war, und zum Reinigen diente. Wahrscheinlich ist dieses sog. neter nichts Anderes als unser Natron, Natriumoxyd (Na O), und es ist auch derselbe Ausdruck, mit welchem Salomo einen Körper bezeichnete, der mit Essig aufbraust, und welchen Luther im Deutschen Kreide benannte. — Eben derselbe Körper wird von griechischen Schriftstellern *νίτρον*, von lateinischen *nitrum* genannt. Denn man ist völlig darüber im Klaren, daß mit dem Worte „nitrum“ der Alten nicht Salpeter gemeint wurde.

Dioskorides spricht in seinem Werke über die Arzneistoffe *περί ἁνθους ἁλός* d. h. über die Blumen des Salzes, und Plinius nennt diesen Körper ebenso *florem salis*; ferner spricht der erstere vom Nitrum (*περί νίτρον*), über den Schaum des Nitrums (*περί ἀφρόν νίτρον*), nach Plinius *spuma nitri* und dieser spricht dabei von dem gebrannten Weinstein, vom gebrannten Kalk, also in einer Zusammenstellung von alkalischen Substanzen. Dioskorides sagt ferner, daß das Nitrum vorzuziehen sei, wenn es leicht und röthlich oder weiß von Farbe, löchrig und schwammig ist. Plinius sagt ferner, daß das Nitrum in ganzer Menge aus Holzasche bereitet werde.

Daß das Nitrum kein Salpeter war, beweist Plinius' Angabe, da es im Feuer kein besonderes Vorhaben zeigt; denn er sagt: das Nitrum zerknistert nicht im Feuer, wogegen ihm das Zerknistern des Kochsalzes bekannt war. Es würde sicher die Feuererscheinung, welche hätte beobachtet werden müssen, wenn Nitrum Salpeter gewesen wäre, Erwähnung finden müssen.

Da ferner dem Nitrum mitunter Potasche substituiert wurde, so muß demnach ersteres mit letzterer gleiche Eigenschaften gehabt haben. Das geht auch noch daraus hervor, daß *nitrosus* bei Plinius genau das bedeutet, was gegenwärtig unter „alkalisch“ verstanden wird, so z. B. sagt Plinius: *Cinis (faeces vini, gebrannter Weinstein) nitri naturam habet eademque vires, etc.: oder Cremati roboris cinerem nitrosus esse, certum est. Deshalb sind aquae nitrosae bei den Alten nicht als salpeterhaltige, sondern als alkalische zu verstehen.*

Die, als *flos salis* und als *nitrum* benannten Substanzen fühlten (in Wasser gelöst) sich fettig an.

Plinius sagt, dasjenige sei das beste, welches sich wie Del anföhle, und ebenso sagt er von dem Nitrum, seine ölige Beschaffenheit *olei natura* wirke bei Hauptkrankheiten. Die Fettigkeit im Anföhlen wurde sogar als ein Kennzeichen der Güte betrachtet. Dieselbe Eigenschaft, sich fettig anzuföhlen, welche den ägenden Alkalien in einem noch weit höheren Grade zusteht, leitete noch 17 Jahrhunderte später zu der Annahme eines besondern Bestandtheils in ihnen, welchen man fast ebenso bezeichnete, wie Plinius in seiner Stelle: „Adulteratur in Aegypto

calce; deprehenditur gustu. Sincerum enim facile resolvitur, adulteratum pungit“ *) erklärt sich sehr genügend; reine Soda löse sich vollständig und leicht, solche aber, die verfälscht (mit erdigen Substanzen verschlechtert und mit Kalk wieder wirksam gemacht) wurde, nur theilweise und ist ätzend. Was als flos salis und als nitrum bezeichnet wird, verbindet sich mit Del; die Salbenfabrikanten bedienten sich nach Plinius des ersteren vielfach, wie dieser irrthümlich meint, nur zur Färbung. Ebenso wurde die als Nitrum bezeichnete Art nach Plinius wiederholten Aussagen mit Del verbunden angewandt, aber auch ohne Zusatz von Del, brauchte man das Nitrum in den Badeanstalten.

Dioskorides' und Plinius' Berichten zufolge, scheint in der That das Nitrum der Alten Soda gewesen zu sein. Nehmen wir dies an, daß das Nitrum der Alten Soda oder Potasche war, so erklärt sich Alles, was uns darüber hinterlassen worden ist, ganz befriedigend und in der That wurden manche Anwendungen schon damals gemacht.

Noch im 4. Jahrhundert bedeutete Nitrum ein kohlensaures Alkali.

Die Soda war unter dem Namen „Nitrum“ den Alten bekannt; jedoch hielt man lange Zeit hindurch Soda und Potasche für identisch. Erst die Untersuchung des Kochsalzes gab Veranlassung zur Erkenntniß des Natrons als eines eigenthümlichen von dem in der Potasche enthaltenen verschiedenen Alkali.

Nachdem wahrgenommen worden war, daß durch die Vereinigung von Säuren und Alkali salzartige Verbindungen entstehen, wurde der Vermuthung Raum gegeben, daß auch in dem Kochsalz, neben der Salzsäure, deren Austreibung man bereits kennen gelernt hatte, ein alkalischer Körper enthalten sein müsse. N. Lémery war im Jahre 1765 der Ansicht, das Kochsalz entstehe durch die Einwirkung einer Säure auf steinige Substanzen, und das Steinige verhalte sich hier wie ein Alkali. Boerhave lehrte hingegen ganz bestimmt, daß in dem Kochsalz ein Alkali nicht enthalten sei: Erhize man Kochsalz stark mit Thon, so werde Salzsäure ausgetrieben, aber aus dem Rückstande ziehe Wasser kein Alkali aus.

Hierüber war man lange Zeit hindurch im Unklaren, obgleich man verschiedene Salze des Natrons, welche aus Kochsalz dargestellt waren und ihre Abweichung von den Salzen, zu deren Bereitung Potasche verwendet worden war, kannte. Der würfelförmige Salpeter, welcher bei der Bereitung des Königswassers durch Destillation des Kochsalzes mit Salpetersäure entsteht, war von dem gewöhnlichen, das Glaubersalz von dem tartarus vitriolatus, das sog. sal febrifugum Sylvii in arzneilicher Beziehung unterschieden worden, ohne daß das in dem letzteren enthaltene Alkali als Alkali erkannt worden wäre. Eine wesentliche Veranlassung, daß über diesen Gegenstand so lange Nichts bekannt wurde, gab die Unsicherheit in Bezug darauf, was eine chemische Verbindung eigentlich ist, was man als ihre Bestandtheile angesehen hat, der irrige Glaube vieler Chemiker noch im 17. Jahrhundert, Bildung einer Verbindung sei Erzeugung eines neuen Körpers,

*) S. Plinii hist. nat. Lib. XXXI. Cap. 46.

in welchem nähere Bestandtheile nicht anzunehmen seien, Ausziehen eines Bestandtheils sei Erzeugung eines neuen Körpers, der in der früheren Verbindung noch nicht existirt habe. Nach der Aufklärung dieses Gegenstandes mit dem Eindringen mehr richtiger Begriffe über Verbindung und Bestandtheile wurde auch der alkalische Bestandtheil bald genauer erforscht.

Stahl erkannte zuerst in dem Kochsalz einen Gehalt an Alkali, welches von dem gewöhnlichen Alkali abweicht, er scheint in ägenden Zustände beobachtet zu haben, daß es Feuchtigkeit aus der Luft anzieht. Die Methode, das Kochsalz mittelst Schwefel- oder Salpetersäure zu zerlegen, ward von den zunächst folgenden Chemikern, welche die Untersuchung der Kochsalzbasis beschäftigte, gleichfalls angewandt; jedoch gab Stahl in keiner Weise an, wie man die Schwefel- oder Salpetersäure von der Basis, mit welcher sie sich unter Austreibung der Salzsäure verbinden, wieder trennen soll. Diese Basis unterscheidet er von der aus Holzasche zu gewinnenden richtig in Beziehung darauf, daß ihre Salze eine Verschiedenheit in der Krystallform, Löslichkeit und Schmelzbarkeit haben; er scheint indessen bei diesen Angaben besonders schwefelsaures Kali und Glaubersalz, gewöhnlichen Salpeter und salpetersaures Natron im Auge gehabt zu haben.

Duhamel bewies später auch dessen mitgetheilte Versuche, welche einem jeden Chemiker die Prüfung seiner Ansprüche möglich machten, die Eigenthümlichkeit der Kochsalzbasis. Zu dieser Ansicht führte ihn die Betrachtung, daß diese Basis wohl nicht eine Erde sein könne, da sie sonst wohl, von der Basis des Alauns, durch Potasche niedergeschlagen werden müsse.

Im Jahre 1736 legte Duhamel der Akademie eine vollständige Arbeit *sur la base du sel marin* vor, in welcher zuerst die besondere alkalische Natur dieser Substanz für Jeden außer Zweifel gesetzt wurde. Es wurden zwar dem Duhamel manche Widerlegungen gemacht, aber das Resultat aller dieser Discussionen war, daß man die eigenthümliche alkalische Natur der Kochsalzbasis nicht mehr bezweifelte und es bewährte sich vollkommen, was schon Duhamel aufgestellt hatte, daß diese Basis mit der durch Verbrennung von Seepflanzen gewonnenen Soda identisch sei.

Daß dieses Alkali indessen zu Säuren weniger Affinität habe, als das in der Potasche enthaltene, wurde auch bald erkannt. Die Araber brachten die Benutzung der Sodapflanzen nach Spanien und bei den Abendländern wurden dieselben Benennungen, welche jene gegeben hatten, einheimisch mit den Ausnahmen daß die Bezeichnung des Borax mit denen der Alkalien nicht mehr verwechselt wurde und daß man nur unter dem Ausdruck: „nitrum“ stets Salpeter, unter „natrum“ kohlensaures Alkali verstand. Uebrigens wurde von Seiten der Chemiker das Alkali gewöhnlicher aus Asche von Binnupflanzen und Weinstein bereitet, und das was man Alkali nannte, war gewöhnlich Kali. Dieser Name wurde auch für die Potasche aus dem Weinstein Salz beibehalten, als in der Kochsalzbasis ein eigenthümliches Alkali entdeckt wurde, dessen Verschiedenheit von dem Kali darauf aufmerksam machte, daß auch die Soda und das Natrum von diesem verschieden sind.

Kochsalzbasis, Soda und Natrum waren die Namen, durch welche dieses Alkali bis 1759 bezeichnet wurde, und zu dieser Zeit benannte es Marggraf als fixes mineralisches Alkali auf sein Vorkommen in dem fossilen Steinsalz hin- deutend und im Gegensatz zu dem Weinsalz und der Potasche, welche als vegetabilisches Alkali bezeichnet wurden. — Die Unterscheidung der Alkalien blieb nun eine allgemein angenommene, wenn auch die Nomenclatur, welche namentlich Bergman anwandte, zu größeren Weitläufigkeiten Anlaß gab; es wurde deshalb von jenem Chemiker die Bezeichnung: „potassium und natrum“ eingeführt, welche man freilich meistens auf die kohlenfauren Alkalien bezog. Von Seiten der französischen Chemiker wurde bei der Reform der Nomenclatur im Jahre 1787 vorgeschlagen, die Namen: „Potasse und Soude für die ägenden gelten zu lassen. Das Vorkommen des Natrons in dem Kochsalz und dem Borax war, wie schon angegeben, durch Duhamel bewiesen worden; aber er that auch dar, daß es in geringer Menge in dem Harn und Blut enthalten ist und in großer Menge in der Asche der Seestrandpflanzen sich vorfindet. Der französische Chemiker Montet zeigte schon 1762, daß Natron namentlich in der Asche der Salicornia sich finde. Daß aber solche Pflanzen, welche mehr im Binnenland wachsen, einen geringen Gehalt an Natron enthalten, hatte Duhamel schon im Jahre 1747 wahrgenommen und er setzte seine Versuche, solche am Seestrand wachsenden natronhaltigen Pflanzen in dem Innern des Landes zu ziehen bis 1774 fort.

Cadet fand, im Auftrage Duhamel's, die Untersuchungen weiter aus- zudehnen, in den vom Meer so lange entfernten Pflanzen gar kein Natron mehr, sondern nur Kali.

Im Jahre 1797 zeigte Kennedy, daß auch im Basalt Kali vorkomme, eine Thatsache, welche durch Klaproth bestätigt wurde. Uebrigens fand Vauque- lin es, außer mehreren anderen Chemikern, auch noch in verschiedenen Mineralien.

Um die Soda reiner, als aus der Asche der Seestrandpflanzen darzustellen, wurden viele vergebliche Versuche gemacht, welche einer besonderen Erwähnung nicht verdienen. Von jenen Bestrebungen mögen dagegen diejenigen angeführt werden, welche mit der gegenwärtigen üblichen Methode in näherer Beziehung stehen. Man bemühte sich z. B. die Soda aus dem salpetersauren Natron, in welches man zuvor das Kochsalz verwandelte, darzustellen, ebenso auch aus dem schwefelsauren Natron und endlich aus dem Kochsalz direct.

Die Bereitung der Soda durch Verpuffen des salpetersauren Natrons mit Kohle zu gewinnen, fand schon durch Duhamel Anwendung, wiewohl nur behufs der Darstellung kleiner Mengen von Soda. Auch hatte Du- hamel schon im Jahre 1736 die vorgängige Verwandlung des Kochsalzes in Glaubersalz angewandt, um aus diesem die Soda abzuscheiden, durch Verwand- lung in Schwefelnatrium und dann in essigsaures Natron und Calciniren des letzteren; aber Marggraf verwandelte 1759 das Glaubersalz mittelst salpeter- sauren Kalks in salpetersaures Natron und dieses erst in kohlenfaures Natron.

H. A. Delius wandelte 1783 das Glaubersalz erst in Schwefelnatrium

und dieses in salpetersaures Natron. Crell schlug im Jahre 1778 vor, um Glaubersalz in essigsaures Natron zu verwandeln, die Zersetzung der essigsauren Kalkerde zu bewerkstelligen, und meinte, man könne zu deren Bereitung den unreinsten Essig nehmen, und Kirwan schlug im Jahre 1789 die Anwendung des Bleizuckers zu gleichem Zweck vor; jedoch war die aus essigsaurem Natron dargestellte Soda zu kostspielig, überhaupt kam nach allen Versuchen, welche angewandt wurden, die Soda zu hoch zu stehen.

Scheele machte die Entdeckung, daß das Kochsalz durch Bleiglätte zerlegt wird und daß Salzlösung durch Bleiglätte langsam filtrirt, zu Aegnatron und das an der Luft zu Soda werde. Diese Methode wurde in England zuerst im Großen ausgeführt, indessen sprach man von verschiedenen Seiten sich gegen dieses Verfahren aus. Scheele theilte alsdann im Jahre 1779 mit, daß, wenn man Eisen mit Kochsalzlösung befeuchtet, nach einiger Zeit Soda efflorescirt und daß das Gleiche bei einem feuchten Gemenge aus Kochsalz und Kalk eintritt. Von Meyer in Stettin wurde ferner 1784 vorgeschrieben, Kochsalzlösung direct durch Potasche zu zersetzen, wo bei dem Abdampfen zuerst Chlorkalium und dann Potasche anschieße; aber immer wurde noch keine Soda erzielt, welche das Gepräge der gehörigen Wohlfeilheit mit sich führte. Erst Leblanc, Dizé und Shée waren es, welche ein Verfahren ermittelten, schwefelsaures Natron durch Glühen mit kohlensaurem Kalk und Kohle zu zersetzen, und diese Methode wird bekanntlich noch heute gehandhabt.

Das schwefelsaure Natron wurde zuerst durch Glauber in seiner Schrift *de natura salium* (1658) beschrieben; er stellte es aus dem Rückstande dar, welcher bei der Bereitung der Salzsäure aus Kochsalz und Vitriol bleibt. Er bezeichnete es für arzneiliche Zwecke als ein *sal mirabile* und späterhin erhielt es den Namen „Glaubersalz“.

Das salpetersaure Natron, in seiner Krystallform von dem Kalisalpeter abweichend, beobachtete zuerst Joh. Bohn (1660–1708.) Jedem Chemiker ist übrigens die neue Literatur der verschiedenen Natronsalze bekannt; es mag nur hier nicht unerwähnt bleiben, daß, abgesehen von der ersten Abscheidung des Natronmetalls, auf galvanischen Wege, durch Davy, Gay-Lussac und Thénard die Isolirung dieses silberweißen, dem Kalium ähnlichen Metalls aus Natronhydrat mittelst Eisen versucht, Schädler zu demselben Zwecke, der Methode der Kaliumdarstellung ähnlich, kohlensaures Natron mit Kohle gemischt, der Weißglühhitze in verschiedenartigen Glaschen aussetzte.

Doch war das Natrium sehr kostspielig, bis in dem vorigen Jahrzehent die Aluminium-Darstellung im Großen durch Deville eine billige Methode der Natrium-Darstellung aus kohlensaurem Natron mittelst Steinkohle und Kreide in gußeisernen Cylindern veranlaßte. (Ueber Natriumhyperoxyd siehe unter „Kalium“).

Lithium (Li).

Das Lithion oder Lithiumoxyd (von *λίθος*, steinern) wurde zuerst

durch Arfvedson 1817 im Petalit, dann aber auch im Spodumen und Lepidolith entdeckt und zwar im Laboratorium des Berzelius, welcher letztere es 1835 auch in Mineralwassern, z. B. im Karlsbader und Marienbader auffand.

E. G. Smelin beobachtete im Jahre 1818, daß der Körper der Flamme in carminrother Färbung erschien. Davy schied 1818 das Lithiummetall, die metallische Grundlage des Lithions, auf galvanischen Wege, aus dem Lithionhydrat ab, welches jedoch auch (nach Schweigger's Annalen 8. 120) Brande zur Zeit gelungen sein soll. In neuerer Zeit wurde bekanntlich dieses silberweiße zähe, leichteste Metall, dessen spec. Gewicht 0,589 gleichkommt, auf galvanischem Wege aus dem Chlorklithium in etwas größerer Quantität (zuerst 1854—1855 von Bunsen und Matthiessen) dargestellt. — Um die Verbindungen des Lithiums mit den Halogenen (von $\alpha\lambda\varsigma$, Salz, $\gamma\epsilon\rho\rho\acute{\alpha}\omega$, ich erzeuge, — Salz-bilder), um die Lithiumsalze, vorzüglich um deren Entdeckung und Kenntniß machten sich Berzelius, E. Smelin, Danson, Serullas, Hermann, H. Rose, Rammelsburg und Andere sich verdient, so z. B. um das Chlorklithium, Fluorklithium, salpetersaure, schwefelsaure Lithion u. s. w.

Ammonium (NH_4).

Obgleich auf der einen Seite dieses zusammengesetzte Radical mit seinen Verbindungen, streng genommen, bei den Stickstoff-Verbindungen als berücksichtigt erwartet werden dürfte, so gehört es doch, wie allgemein anerkannt, wegen seines metallischen Verhalten und der Analogie seines Drydes (als flüchtiges Alkali), und dessen Verbindungen unter die Alkalimetalle und nicht in die Reihe der nicht-metallischen Grundstoffe, wenn auch wirklich auf der andern Seite, hinsichtlich der Entstehung seiner Verbindungen und der binären Zusammensetzung, d. h. als zusammengesetztes Radical, die organische Chemie Anspruch darauf hat. — Aber dieses Radical verhält sich wie ein Metall, und seine Verbindungen correspondiren mit denen der fixen Alkalien Kali, Natron und Lithion; daher muß es am passendsten hier eingereiht werden, wie es von Seiten des Verfassers und anderer Chemiker ja ebenfalls stets in Lehrbüchern geschehen ist.

Das Ammonium ist bis jetzt noch nicht isolirt worden und nur in Verbindung mit Quecksilber als Amalgam bekannt und als solches wurde es zuerst im Jahre 1808 durch den Einfluß des galvanischen Stroms auf Ammonialsalze in Berührung mit Quecksilber von Thomas Johann Seebeck (zur Zeit in Jena), Berzelius und Pontin beobachtet; auch im Juni desselben Jahres durch Davy mit Hülfe des galvanischen Stroms und zuerst mittelst Kalium und Quecksilber aus Ammonialsalzen dargestellt.

Das Ammoniak (NH_3) ist schon frühzeitig bekannt gewesen, ob aber die Araber es schon kannten, ist zweifelhaft; Geber spricht zwar von einem thierischen Salze und sagt, daß auch aus Thieren, Fischen u. ein Salz dargestellt werden kann, nämlich: „etiam ex animalibus, piscibus et volatilibus potest fieri sal;

aber die beschriebenen Eigenschaften dieses Salzes wichen sehr von denen des flüchtigen Alkalis ab, wenn man indessen weiter liest und den Zusatz „*ignis combustis et in cinerem redactis, fixum*“, so scheint doch ihm wenigstens ein kohlen-saures Ammoniak bekannt gewesen zu sein. Raymund Lull gedenkt in seinem Experimentis (f. S. 36 u. f. f.) des laugenhaften Geistes aus faulem Harn (Experiment n. V. bei Mauget S. 829. 830), welcher es durch Destillation gewonnen hatte; er spricht von der Flüchtigkeit des erhaltenen Salzes und muß demnach das kohlen-saure Ammoniak wohl gekannt haben. Auch ist das durch Destillation gewonnene flüchtige Alkali von Seiten der Alchemisten vielfach angewandt worden. Isaac Hollandus kennt Harnsalz und Harngeist, worüber seine chemischen Schriften S. 86 und de spiritu urinae Theatrum chemicum Bd. VI. n. 204 berichten. Basilius Valentinus stellte das flüchtige Alkali aus Salmiak dar. Glauber betrachtete den spiritus volatilis salis armoniaci oder spiritus urinae, welchen Lull spiritus animalis nannte, mit dem Salmiak aus Harn als identisch. Tachenius (Hippocrates chemicus p. 386) empfahl ein flüchtiges Alkali, das nur aus Salmiak mittelst kohlen-sauren Kalis dargestellt war. Boyle bereitete es aus thierischen Substanzen mit oder ohne Zusatz von Potasche oder Kalk, durch Destillation. Später ist es aus Seide, Hirschhorn, Elfenbein u. c. bereitet, und seit 1758 ist die richtige Ansicht gewesen, daß es aus allen thierischen Stoffen bereitet werden könne, wie ja dasselbe, nämlich kohlen-saures Ammoniak ($2\text{NH}_4\text{O}$, 3CO_2) noch heute daraus dargestellt wird.

Die Kenntniß des Aetzammoniafs datirt sich erst aus dem 17. Jahrhundert; denn, abgesehen von den Vorgängern hat selbst M. Lémery in seinem Cours de Chymie (1. edition 1697. Chap. XVII. prem. part. p. 368 u. f. f.) die Produkte aus der Destillation des Salmiafs mit Aetzkalk und Potasche nicht unterschieden, sondern erst Kunkel macht in seinem 1716 erschienenen Laboratorium chymicum auf Aetzammoniak aufmerksam, indem er es mit Aetzlauge vergleicht.

Uebrigens mag zu Gefagtem hinzugefügt werden, daß Sylvius de la Boë (f. Thl. I.), welcher das Verbrennen des flüchtigen Laugen-salzes zuerst beim Köpfelkraut wahrnahm, auch in seiner Praxis medica mittheilt, er habe Kalk mit flüchtigem Laugen-salz bei Kränk-Kranken angewandt.

Das Ammoniakgas hat Hales zuerst beim Erhitzen von Kalk mit Salmiak (1727) wahrgenommen, und Priestley entdeckte dasselbe in der That, unter Auffangen über Quecksilber 1774 (f. Experiments and Observations on different Kinds of air f. Thl. I.).

Die Zusammensetzung des Ammoniafs aus Stickstoff und Wasserstoff wurde qualitativ und quantitativ zuerst durch Berthollet 1785 dargethan. Davy und Berzelius betrachteten in den Jahren 1808 und 1810 das Ammonium als das oxydirte Ammoniak, und die Idee, daß es mit Wasser als das Oxyd eines metallähnlichen Metalls betrachtet werden dürfe, wurde zuerst von Ampère 1816 ausgesprochen; er war der richtigen Ansicht, daß das Ammoniak den anderen

Alkalien vergleichbar sei, wenn sich 1 Volumen des ersteren Gases mit $\frac{1}{2}$ Volumen Wasserdampf (1 Äquivalent Ammoniak mit 1 Äquivalent Wasser) vereinigt habe.

Eine Besprechung der einzelnen Ammoniaksalze kann hier nicht stattfinden; auch die Constitution derselben gehört späterer Zeit an, wiewohl Davy, Gay-Lussac, S. Rose, Fourcroy, und andere Zeitgenossen derselben sich schon um dieselbe verdient machten. Es ist ja jedem Chemiker bekannt, daß nach alten Theorien die Ammoniaksalze als aus Ammoniak, Wasser und Säure bestehen, während sie nach neueren Ansichten als aus Ammoniumoxyd und Säure zusammengesetzt betrachtet werden, nach der alten Theorie schreibt man bekanntlich für schwefelsaures Ammoniak: $\text{NH}_3 \text{ HO} + \text{SO}_3$ nach der neueren: $\text{NH}_4 \text{ O}, \text{SO}_3$ (schwefelsaures Ammoniumoxyd) für anderthalb kohlensaures Ammoniak undflüchtiges Laugensalz: $2 \text{NH}_4 \text{ O}; 3 \text{CO}_2$; für Salmiak nach der alten Theorie salzsaures Ammoniak (NH_3, ClH), nach der neueren Chlorammonium ($\text{NH}_4 \text{ Cl}$).

Das schwefelsaure Ammoniak scheint schon Libavius, seiner 1595 erschienenen Alchymia nach, etwas gekannt zu haben; jedoch wird dasselbe, so wie auch das salpetersaure Ammoniak zuerst von Glauber beschrieben. Glauber bereitete diese Salze durch Vermischen der betreffenden Säuren mit flüchtigem Alkali.

Am frühesten unter allen Ammonium-Verbindungen (oder ehemals gekannten Ammoniaksalzen) ist wohl der Salmiak oder das Chlorammonium bekannt gewesen. Schon Dioskorides spricht von einem ammonischen Salze als eine Art des gewöhnlichen Salzes, ebenso Plinius; Synesius spricht auch von einem ammonischen Salze, indessen dieser Ausdruck bezieht sich bei Allen nur auf Steinsalz, welches in der Nähe des Tempels des Jupiter Ammon in Lybien, in der Landschaft Ammonia (von $\alpha\mu\mu\omicron\varsigma$, Sand) gefunden wurde.

Der Salmiak wird zuerst bei Geber erwähnt; wenigstens findet sich da in der Uebersetzung der Ausdruck: *sal ammoniacum* oder *armoniacum*. In der Schrift: „De investig. perf. Gebri Cap. IV. p. 480“ (s. auch Thl. I.) heißt es: „*Sal armoniacum fit ex quinque partibus vel duabus urinae humanae et parte una sudoris ejusdem et parte una salis communis etc.*“

Diese Bereitung aus Harn und Salz lehrt auch schon Albucases, wiewohl derselbe auch davon spricht, daß der Salmiak aus dem Mist sublimire. Bei Avicenna*) heißt in der früher bezeichneten Ausgabe (Dictio V. Caput XVIII. p. 145): „*Sal armoniacum est in multis modis unum quod venit de Aegypto, aliud de India etc.*“

Bei den Abendländern wird der Salmiak stets *sal armoniacum* genannt, bei Agricola heißt er *sal ammoniacum*; wahrscheinlich ist er zuerst zu Anfang des 8. Jahrhunderts unter dem Namen: ammonisches Salz nach Europa gekommen. Im 17. Jahrhundert wurde der Ausdruck: „Salmiak“ als allgemeine

*) Art. chem. pr. Avicenn. atque Gebri 1572.

Bezeichnung für alle Salze eines flüchtigen Alkali's gebraucht. Glauber unterschied den eigentlichen Salmiak von dem geheimen Salmiak, nämlich dem schwefelsauren Ammoniak. — Salmiakfabriken scheinen jedoch in Europa erst im 17. Jahrhundert aufgebracht zu sein:

Die Zusammensetzung des Salmiaks wurde durch Glauber und Tachenius, später durch Geoffroy, richtig und quantitativ erst gegen das Ende des 18. Jahrhunderts erkannt, obgleich Geoffroy 1720 schon Vermuthungen aussprach.

Was das Schwefelammonium betrifft, so finden wir schon bei Basilus Valentinus, Boyle und Boerhave Hindeutungen auf dasselbe. Kirwan stellte dasselbe (nämlich Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium) zuerst 1786 durch Verbindung des Schwefelwasserstoffs mit Ammoniak dar.

b. Metalle der alkalischen Erden: Barium, Strontium, Calcium. —

Barium (Ba).

Das Bariummetall wurde im Jahre 1808 von Seiten Davy's durch Einwirkung des galvanischen Stroms auf Baryterdehydrat, unter Anwendung von Quecksilber entdeckt, oder vielmehr isolirt, jedoch haben Berzelius und Pontin Legirungen des Bariums, Calciums und Strontiums, resp. Amalgame dieser Metalle, worüber Davy im Juni desselben Jahres Nachricht von Berzelius erhielt, schon früher gewonnen. Bunsen und Matthiessen haben in jüngster Zeit (1854—1855) das Barium aus geschmolzenem Chlorbarium mit Hülfe des galvanischen Stroms in silberweißen Metallkugeln abgeschieden auch die Eigenschaften jenes Elements genau studirt und beschrieben.

Zu Anfang des 17. Jahrhunderts wurde man schon auf den Schwerspath oder schwefelsauren Baryt, in welchem man die Baryterde oder das Bariumoxyd (so benannt nach βαρύς, schwer von Guyton de Morveau 1779) entdeckte, aufmerksam, indem man die Eigenschaften jenes Minerals mit verbrennlichen Substanzen gegliiht, phosphorescirend zu werden, kennen lernte.

Diese Eigenthümlichkeit soll ein Schuhmacher zu Bologna, Vincentius Casciorolus und theilte sie 1602 einem dortigen Alchemisten Scipio Begatello und dem Mathematiker Maginus mit, welcher letztere durch Versendung vieler zubereiteter Leuchtsteine wesentlich zu ihrem Bekanntwerden beitrug.

Das Mineral, welches diesen Leuchtstein liefert, wurde gleichfalls Bologneserstein oder Bologneserspath genannt. Wallerius hielt es um die Mitte des vorigen Jahrhunderts für eine Art Gyps, und nannte es gypsum spathosum. Arnstadt unterschied es als eine besondere Species, und nannte es, wegen seiner Schwere, marmor metallicum. — Die Bestandtheile dieses Minerals blieben lange Zeit hindurch unbekannt, nur hatte Marggraf ermittelt, daß Schwefelsäure in derselben enthalten sei.

Marggraf erkannte nämlich, daß aus dem Bologneser Leuchtstein durch Glühen mit Kohle eine erdige Schwefelleber entsteht, daß demnach Schwefelsäure in ihm

enthalten sein müsse. Diese wies er auch nach, indem er den Schwerspath mit fixem Alkali calcinirte und schwefelsaures Kali darstellte. — Die Erde des Schwerpaths hielt er für Kalkerde. Scheele beschäftigte sich später im Jahre 1774 mit der Untersuchung des Braunsteins und arbeitete mit solchen Stücken, welche Barht eingesprengt enthielten. Er erkannte, daß eine eigenthümliche Erde hier in Frage stehe, welche mit Schwefelsäure ein unlösliches Salz bilde, das nur durch Calcination mit Kohle und Alkali zersezt werden könne. Er stellte das salpetersaure und salzsaure Salz dar und gab an, daß kein Alkali dieses zerseze, wohl aber alle schwefelsauren Salze und die kohlenfauren Alkalien. Scheele wußte jedoch nicht, daß diese neue Erde die Basis des Schwerpaths ist; diese Entdeckung machte vielmehr Gahn, wie Bergman in der von ihm besorgten Ausgabe der Schaffer'schen Vorlesungen (1775) anführt. Zu dieser Zeit untersuchte Monnet den Schwerpath, glaubte aber irriger Weise, es sei darin nicht Schwefelsäure, sondern Schwefel enthalten, und das Mineral sei eine mit Schwefel gesättigte Erde; die Basis darin hielt er für Kalkerde, welche jedoch von der gewöhnlichen etwas verschieden sei. Scheele stellte, nachdem Gahn die erwähnte Entdeckung gemacht hatte, aus dem Schwerpath größere Mengen der neuen Erde dar, und machte die damit angestellten vollständigen Versuche 1779 in den Schriften der Berliner Gesellschaft naturforschender Freunde bekannt. —

Obgleich Bergman und Scheele der Ansicht waren, daß Schwerpath nur durch Glühen mit Kohle oder mit Kalk und Alkali sich zerlegen lasse, so zeigte Wiegand 1783, daß auch das Glühen mit fixem Alkali, wie es schon Marggraf angegeben hatte, dieses Resultat hervorbringe. Daß auch wohl die Baryterde in Verbindung mit Kohlenensäure in der Natur vorkomme, hatte schon Bergman in seiner *Sciagrapha regni mineralis* 1782 vermuthet und Dr. Withering entdeckte auch 1783 ein Mineral bei Leadhills in Schottland, welches jene Bestandtheile enthielt, wonach Werner demselben den Namen Witherit beilegte. Withering gelang es nicht, aus dem sog. Witherit Kohlenensäure auszutreiben, wiewohl diese Eigenschaft von dem künstlichen kohlenfauren Barht angegeben worden war; er betrachtete indessen als Ursache dieser Verschiedenheit den Wassergehalt des künstlich dargestellten Barhts; aber Priestley that im Jahre 1788 dar, daß auch der Witherit beim Glühen Kohlenensäure verliert, wenn man dabei Wasser über denselben leitet.

Später, im Jahre 1797, wurde durch Fourcroy und Bauquelin die Darstellung der Baryterde durch Glühen des salpetersauren Barhts vorgeschlagen, und Pelletier beobachtete 1794, daß Baryterde aus ihrer wässerigen Auflösung in Krystallen anschießt, während Crawford schon 1787 den salzsauren Barht als Heilmittel versuchte.

Bergman benutzte die löslichen Barhtsalze sogleich als Reagentien auf Schwefelsäure und darauf, daß auch concentrirte Salzsäure in salzsaurem Barht einen Niederschlag hervorbringen könne, machte zuerst Westrumb 1790 aufmerksam.

Bergman nannte die neue Erde *terra ponderosa* oder Schwereerde, und Gupton de Morveau gab ihr 1779, wie schon angedeutet, den Namen *barote* (*βαρις*, schwer), welcher, in „Baryt“ verändert, in die antiphlogistische Nomenclatur überging. Als man nun den Baryt als das Oxyd eines Metalls erkannte, wurde dieses als *Barhum* bezeichnet. Clarke, Professor der Chemie zu Cambridge verwarf 1816 diesen Namen, weil der Baryt zwar im Vergleich zu den Erden schwer, das Barhum im Vergleich zu den Metallen leicht sei; er schlug vielmehr den Namen „Plutonium“ vor.

Bergman war 1782 sehr geneigt, den Baryt für den Kalk eines Metalls zu halten, und zwar gelangte er zu dieser Ansicht wegen der großen specifischen Schwere, so wie auch deshalb, weil die Auflösung seiner Salze durch Blutlaugensalz gefällt werde. Meyer in Stettin hingegen behauptete 1784, daß diese Fällung von einem Schwefelsäuregehalt des Blutlaugensalzes herrühre, auch Lavoisier fand es 1788 wahrscheinlich, daß der Baryt ein Metalloxyd sei, da er eben solche Erscheinungen, wie diese Oxyde, bei starker Hitze zeige, und auch Pelletier war eben derselben Ansicht.

Die Abscheidung des Barium gelang indessen erst dann, nachdem H. Davy 1807 die Zusammensetzung der Alkalien entdeckt hatte und zugleich die Ansicht ausgesprochen worden war, auch die Erden seien sauerstoffhaltig. — Die ersten Versuche, welche darüber im März 1808 bekannt wurden, waren die von Seebeck, indem er angab, daß er aus Kalk-, Baryt-, Talk- und Thonerde, die mit Quecksilber in Berührung waren, durch die galvanische Batterie Amalgame erhalten habe, welche mit Wasser ähnliche Erscheinungen wie das Natriumamalgam zeigten. Ebenfalls wollte Trommsdorff zu gleicher Zeit von der Gewinnung eines Metalls aus jenen Erden mittelst Quecksilbers und der galvanischen Electricität sich überzeugt haben. — Götting berichtete sogar im Juni 1808, daß er aus kohlensaurem Baryt unmittelbar durch den Galvanismus Metallkügelchen erhalten habe, gab jedoch auch einen Hinterhalt von Alkali als möglich zu.

Humboldt suchte 1798 darzuthun, daß die Erden, namentlich Baryt, Kalk und Thonerde, in feuchtem Zustande das Vermögen haben, die Atmosphäre zu zersetzen, ihr den Sauerstoff zu entziehen, und den Stickstoff rein zurückzulassen. Seiner Ansicht zufolge sei es möglich, daß die Erden selbst sich hierbei mit dem Sauerstoff verbinden, oder auch, daß sie nur eine Oxydation des vorhandenen Wasser veranlassen. Kurz zuvor hatte Th. v. Saussure beobachtet, daß sich Kohlensäure bildet, wenn Dammerde mit atmosphärischer Luft in Berührung ist; und daß der Sauerstoff der Luft sich hierbei vermindert oder verschwindet, hatte Ingenhouß hervorgehoben. Lavoisier sprach sich gegen jene Ansicht Humboldt's aus, indem er allerdings zugab, daß der Sauerstoff der Luft verschwinde, aber nur dann, wenn die Erden vegetabilische Substanzen enthalten, nicht aber, wenn sie nur Erden seien; doch wurde Humboldt's Ansicht durch van Mons bestätigt. Girtanner stützte sich später (1800) auf diese vermeintliche Eigenschaft der Erden, sich mit Sauerstoff verbinden zu können, als er behauptete, das

Wasser, wenn man es über glühende Erden leite, werde durch Verlust von Sauerstoff zu Stickstoff. Indessen erkannte man sehr bald, daß Saussure's Erklärung richtig sei, besonders dadurch, daß Berthollet 1800 in einer Kritik der Girtanner'schen Behauptung sich auch zugleich gegen die Sauerstoffabsorption durch Erden aussprach und zur Unterstützung seiner genauen Versuche verschiedene Beobachter zusammenstellte.

Nachdem Gay-Lussac und Thénard wahrgenommen haben, daß das Kali und das Natron Hyperoxyde bilden können, fanden sie auch (1810), daß der Baryt, unter der Mitwirkung von Wärme, Sauerstoff absorbiren kann, und sie stellten so das Barium-Hyperoxyd dar.

Strontium (Sr).

Strontiummetall wurde auf dieselbe Weise, wie das Barium, durch Davy, 1808 (sowie auch durch Berzelius und Pontin), aus der Strontianerde abgeschieden, und die genannten Chemiker Bunsen und Matthiessen haben auch jenes Metall (1854—1855) aus dem Chlorstrontium durch Einwirkung des galvanischen Stroms in fast silberweißen Metallkügelchen abgeschieden, sowie überhaupt die Eigenschaften dieses Metalls genau studirt.

Sowie der natürliche kohlensaure Baryt dargestellt worden war, glaubte man diesen auch bei Strontian in Schottland zu finden, denn Crawford vermuthete 1790, daß das dort vorhandene Mineral eine eigenthümliche Erde enthalte. Die Versuche, auf welche hin er diese Vermuthung hegte, wurden, wie er angibt, durch Cruikshank angestellt. Auch Klaproth veranstaltete, unabhängig hiervon, 1793 eine Vergleichung zwischen dem kohlensauren Baryt und jenem Mineral von Strontian, worin die Eigenthümlichkeit der Strontianerde nachgewiesen wurde. Lomitz entdeckte ferner 1795, daß in dem meisten Schwerspath auch schwefelsaurer Strontian enthalten ist. Da man sich nun überzeugt hatte, daß der kohlensaure Strontian (Strontianit, welchen man zuerst bei Strontian in Schottland aufgefunden hatte), ein eigenthümliches Salz und nicht kohlensaurer Baryt sei, so legte man der neuen Erde den Namen des ausgezeichneten Fundorts (Strontian) bei. — Um das Studium der Strontium-Verbindungen haben sich Davy, Berzelius, Klaproth, Rammelsberg, Frémy, Laurent, Balard, Gay-Lussac, Hope, Lomitz und Andere große Verdienste erworben; jedoch sind sie sämmtlich von untergeordnetem Interesse und zwar wegen des nicht sehr verbreiteten Vorkommens des schwefelsauren und kohlensauren Strontians, sowie wegen der beschränkten Anwendung in der Feuerwerkskunst.

Calcium (Ca).

Das Calciummetall wurde in derselben Weise, wie das Barium und Strontium, aus seinen verschiedenen Verbindungen durch Davy 1808, durch Matthiessen und Bunsen (1854—1855) als silberweißes Metall abgeschieden; auch Caron (1859) machte sich in sofern verdient, sowie Gay-Lussac, Thénard

nard u. Der Kalk und das Brennen der Kalksteine sind schon früh bekannt gewesen; dafür spricht wenigstens die frühe Anwendung als Mörtel, und sowohl Dioskorides, als auch Plinius geben schon im ersten Jahrhundert nach Christi Geburt nähere Auskunft darüber. Nach Dioskorides wurde der Aetzkalk (*ἀσβεστός*, ungelöschter genannt) aus Muschelschalen bereitet, indem man sie bis zum völligen Weißwerden glühte, oder aus Kalksteinen, oder aus Marmor dargestellt; aber der Kalk aus letzterem sei vorzuziehen. Er spricht ferner von der kaustischen Eigenschaft des gebrannten Kalkes und von der Behandlung desselben mit Wasser; auch giebt er sogar an, daß der gebrannte Kalk wirksamer sei, wenn er frisch und noch nicht mit Wasser benetzt sei. Theophrast (300 vor Christi) sagt schon in seiner Schrift (*περὶ λίθων*), der Gyps (*γύψος*) sei eher von der Natur der Steine, als eine Erde; wunderbar sei seine Zähigkeit und Wärme, wenn er befeuchtet werde. Man brauche ihn, mit Wasser benetzt, beim Bauen und zum Aneinanderfügen der Steine; er werde zerkleinert und mittelst Hölzer mit Wasser umgerührt, denn mit den Händen sei dieses wegen der Hitze nicht möglich; er müsse ferner sogleich benutzt werden, da er schnell fest werde. Auch sagt Theophrast ferner, der Gyps scheint die Natur des Kalkes zu haben.

Obgleich Dioskorides nicht die Eigenschaft des gebrannten Kalkes, sich mit Wasser zu erhitzen, besonders hervorhebt, so muß er sie doch gekannt haben, da er die Benennung *ἀσβεστός* (ungelöschter Kalk) gebraucht; auch sagt Plinius, der gebrannte Kalk entzünde sich gleichsam mit Wasser: *mirum aliquid, postquam (calx) arserit accendi aquis*.

Die Veränderung, welche der Kalkstein durch das Feuer erleidet, daß er äzend wird und sich mit Wasser erhitzt, gab die Merkmale ab, nach welchen Alles erkannt wurde, was man als kalkicht bezeichnete. Sichere Reagentien, welche die Gegenwart von Kalkerde anzeigen können, wurden erst weit später aufgefunden. Darauf, daß die Kalkerde aus ihrer Auflösung in Säuren z. B. in Essig, durch Schwefelsäure niedergeschlagen wird, machte Boyle in seiner Abhandlung *of the his mechanical of chemical precipitation* (1675) aufmerksam. Nach der Entdeckung der Kleeensäure (1776) lobten diese manche Chemiker, als das beste Reagens der Kalkerde, während Andere sie als ein unsicheres Reagens ansahen, weil sie, bei Gegenwart starker Säuren, keinen Niederschlag erhielten.

Der Unterschied zwischen kohlensaurem und äzendem Kalk wurde durch Blach aufgeklärt. Bergman unterschied die Kalkerde zuerst von andern Erden. Kirwan, Røyer, Dumas, Karsten, Davy, Clarke studirten die Eigenschaften der Kalkerde genauer; Berzelius und Davy zerlegten dieselbe in Calcium und Sauerstoff, bestimmten die Quantitäten dieser das Calciumoxyd (CaO) oder die Kalkerde bildenden Elemente. Das Kalkhydrat studirten zuerst Grotthuß, Pelletier, Körtüm und Heinrich genauer; Trompé und Riffault, sowie auch Gay-Lussac gewannen es im krystallinischen Zustande. Um die Kalkmilch machten sich Kuhlmann, Vogel, Wittstein, Philippi, Pelouze u. A. verdient.

Das Calciumhyperoxyd (CaO_2) wurde als Hydrat durch Thénard dar-

gestellt. Die Zusammensetzung des kohlensauren Kalks (kohlensauren Calciumoxyds) wurde zuerst durch Black im Jahre 1795 dargethan.

Unterschiede zwischen Kalkspath und Arragonit wurden zuerst durch Werner im Jahre 1788 gemacht; Hauy erkannte die Verschiedenheit der Krystallformen. Kirwan vermuthete zuerst 1794, daß der Arragonit kohlensauren Strontian enthalte. Stromeyer fand in den von ihm untersuchten Arragoniten wirklich einen Gehalt von kohlensaurem Strontian. Cavendish entdeckte die Löslichkeit des kohlensauren Kalks in Wasser, welches Kohlen Säure enthält, im Jahre 1767. — Fuchs und Petzoldt studirten zunächst den kohlensauren Kalk genauer.

Salpetersaurer Kalk.

Der salpetersaure Kalk wurde zuerst durch Christoph Adolph Balduin entdeckt, welcher zur Erwerbung des vermeintlichen Steins der Weisen eine Auflösung von Kreide in Salpetersäure anwandte, die er für sehr wirksam hielt, weil sie die Feuchtigkeit der Luft rasch anzieht. Beim Experimentiren zerbrach dem Balduin eine Retorte, und er bemerkte, daß die den Trümmern anhängende Materie im Dunkeln leuchte, nachdem sie vorher den Sonnenstrahlen ausgesetzt gewesen war. Diese Eigenschaften des nach ihm lange Zeit als Balduin'scher Phosphor bezeichneten Präparats machte er 1674 in den Schriften der Gesellschaft deutscher Naturforscher und in einer eignen Abhandlung Phosphorus hermeticus sive magnes luminaris bekannt. Boyle war ebenfalls mit der Darstellung des salpetersauren Kalksalzes bekannt und bis zur Einführung der antiphlogistischen Nomenclatur wurde er meistens als Kalksalpeter, Mauersalpeter oder erdiger Salpeter unterschieden.

Der basisch-salpetersaure Kalk wurde von Miller, der einfach-salpetersaure Kalk (CaO , NO_2) von Heinrich, Wenzel, Richter und Longchamp, der salpetersaure Kalk von Hefz zuerst rein dargestellt und untersucht.

Gyps.

Nach Plinius betrachteten schon die Alten den Gyps als eine dem Kalk nahe stehende Substanz, und diese Aehnlichkeit wurde daraus geschlossen, daß der Gyps wie der rohe Kalkstein durch das Brennen mürbe wird. Agricola betrachtete den Gyps als einen aus dem Kalk entstandenen Körper, weil der erstere in dem letzteren vorkomme und sagte: „Saxum calcis parens est gypsi.“

Man hielt Kalk und Gyps lange Zeit für ziemlich gleiche Substanzen, ohne den wahren Unterschied zwischen beiden Körpern zu kennen. Pott erwähnte in seiner Lithogeognosia im Jahre 1746, daß manche Chemiker die Verbindung der Schwefelsäure mit der Kalkerde als wahren Gyps betrachteten und gypsum arte factum nennen; jedoch glaubte er zwischen diesem und dem natürlichen Gyps Unterschiede zu finden. Der Niederschlag aus Schwefelsäure mit Kalkerde wurde im 18. Jahrhundert gewöhnlich als Selenit (von Seleno, Mond) bezeichnet, indem derselbe an ein weißglänzendes Mineral erinnerte, von welchem schon bei Dioskorides und Plinius die Rede ist. Von einem bei der Untersuchung von

Mineralwässern erhaltenen Selenit gab übrigens der Engländer Benjamin Allen in seinem *Natural history of mineral Waters of Great Britain* schon 1711 an, er enthalte Schwefelsäure und Kalkerde.

Wiewohl die Zusammensetzung des künstlich dargestellten schwefelsauren Kalks bekannt war, so blieb man doch über den natürlich vorkommenden im Dunkeln. Macquer behauptete 1747, daß in dem natürlichen Gyps Vitriolsäure enthalten sei und seiner Meinung zufolge, besteht der Gyps aus zwei Substanzen, deren eine durch das Feuer verändert wird, wie der Kalk, während der andere unverändert bleibt, ebenso wie der Mörtel aus Kalk und Sand bestehe. Die Vitriolsäure befindet sich nach Macquer in dem Bestandtheil, den das Feuer nicht verändert. Den kalkartigen Bestandtheil des Gypses hielt jedoch Macquer für verschieden von der gewöhnlichen Kalkerde. Endlich bewies Marggraf 1750, daß der Gyps aus Schwefelsäure und Gyps bestehe, durch Zerlegung des Gypses mit Weinsteinalz und durch Vergleichung der Eigenschaften des künstlichen Salmiaks mit dem des Gypses. Ebendasselbe bewies Lavoisier 1768, der noch außerdem zeigte, daß das Erhärten des gebrannten Gypses mit Wasser auf der Verwandlung des letzteren in Krystallwasser beruht. Um die genaue Kenntniß des schwefelsauren Kalks machten sich besonders Marx, Kirwan, Haug, Lepay, Laurent, Trommsdorff, Richter, Buchholz, Chenevix, Klaproth, Berzelius, Wenzel, um den halb-gewässerten Johnston, um den zweifach-gewässerten Goy-Lussac, Pagen u. verdient.

Was das Schwefelcalcium betrifft, so scheint dieses Fr. Hoffmann schon dargestellt zu haben; denn in dessen „*Demonstrationes physicae curiosae*“, welche im Jahr 1700 erschienen sind, soll die Wahrnehmung enthalten sein, auch ein in Deutschland vorkommendes Mineral (Gyps) könne ähnlich wie der Bologneserstein zu einem Phosphor gemacht werden; auch Marggraf hat bestimmt sich darüber ausgesprochen, daß der Gyps durch Calcination mit brennbaren Substanzen zu einem Leuchtstein wird. Ein solcher durch Glühen von Kalk (calcinierten Austeruschalen) mit Schwefel, wurde durch Canton im Jahr 1768 gelehrt und die so dargestellte Verbindung wurde als Canton'scher Phosphor bekannt.

Das Einfach-Schwefelcalcium (Ca S) wurde zuerst von Berthier, dann auch von Bauquelin, Osann in A. dargestellt. Das Fünffach-Schwefelcalcium lehrte Berzelius kennen.

Das Chlorcalcium (Ca Cl) scheint schon Basilus Valentinus im 17. Jahrhundert, sogar schon Isaac Hollandus im 14. Jahrhundert bekannt gewesen zu sein. Das Phosphoresciren des salzsauren Kalks entdeckte Homberg 1693, (Homberg'scher Phosphor). Genau lehrten es zunächst Chevreul, Berzoldt, Karsten, Boullay und Davy kennen. Um die Kenntniß des Chlorkalks machten sich zuvörderst Houtton-Labillardiere und Labarraque, Weiß u. verdient. — Die Verbindungen der Phosphorsäure mit Kalk studirten zunächst Fuchs, Mitscherlich, Berzelius, Thénard, Bauquelin, Wöhler, Bachmann, S. Rose u. A.

e. Metalle der eigentlichen Erden: Magnesium, Aluminium, Beryllium re.

M a g n e s i u m (Mg)

Das gegenwärtig wegen seiner herrlichen intensiven Leuchtkraft allgemein bekannte, silberweiße Magnesiummetall (Magnium oder Talcium) wurde von Seiten Davy's zuerst, wie er die Metalle der alkalischen Erde reducirte, aus der Magnesia durch Kaliumdämpfe abgeschieden; vollständiger gelang dieses jedoch Bussy (1830) und auch Liebig, durch Einwirkung des Kaliummetalls auf Ehlormagnesium. 1852 wurde es, auf elektrolytischem Wege, aus dem Ehlormagnesium (in größerer Quantität 1854—1855), durch Bunsen und Matthiessen dargestellt; 1857 aus dem Ehlormagnesium, mittelst Natrium durch Deville und Caron in noch größerer Menge, sowie später auch durch Andere abgeschieden. Die zuletzt genannten Chemiker studirten auch die Eigenschaften (z. B. das specifische Gewicht re.) näher.

Die Entdeckung der Magnesia, Talk- oder Bittererde wurde durch den Gebrauch der weißen Magnesia (magnesia alba) und des Bittersalzes veranlaßt. Letztere Verbindung wurde nämlich von England aus gegen das Ende des 17. Jahrhunderts bekannt.

Es wurde dieselbe durch Nehemias Grew aus dem Wasser der Epsomer Mineralquelle dargestellt, woher sie den Namen: „Epsomer Salz“ erhalten hat, wiewohl sie auch den Namen sal anglicum und sal catharticum erhielt.

Es wurde dieses Salz indessen mehr benutzt, als man auch in anderen englischen Quellen dasselbe entdeckte. In Deutschland wurde zuerst durch Fr. Hoffmann 1717 Anlaß gegeben, das Bittersalz zuerst aus dem Sedlitzer Wasser darzustellen; auch soll damals das Bittersalz sowohl in England, als auch in Thüringen aus der Mutterlauge der Salinen, resp. der Salzfoolen, bereitet worden sein; die Saidschüßer Quelle wurde indessen erst 1726 entdeckt.

Die sogenannte Magnesia alba wurde im 18. Jahrhundert*) bekannt, wiewohl die Ähnlichkeit der Talkerde mit der Kalkerde zu manchen Täuschungen Veranlassung gab, bis Blad 1755 darthat, daß die Magnesia von der Kalkerde ver-

*) Durch Valentin 1708, Slevogt 1709.
Gerding, Geschichte der Chemie.

schieden sei, und als unterscheidende Merkmale die verschiedene Löslichkeit der schwefelsauren Salze, sowie des gebrannten Kalks und der gebrannten Magnesia in Wasser angab. Zugleich entdeckte er auch die Bestandtheile der eigentlichen (durch kohlensaures Alkali niedergeschlagenen) magnesia alba. Die Eigenthümlichkeit der Talkerde wurde 1759 durch Marggraff bestätigt, und Bergman lieferte 1775 vollständigere Untersuchung ihrer chemischen Eigenschaften.

Durch Blaf erhielt die neue Erde den Namen: „Magnesia“; in Deutschland wurde sie Bittersalzerde und Bittererde genannt; den Namen „Talkerde“ erhielt sie erst durch Werner.

Nachdem die Magnesia als ein Oxyd erkannt worden war, schlug H. Davy für das darin enthaltene Metall den Namen „Magnium“ vor, da zu jener Zeit die Bezeichnung Magnesium dem Metall des Braunsteins beigelegt worden war.

Die Magnesia wurde also, wie aus Obigem sich ergibt, zuerst im Meerwasser, in Mineralquellen, sowie in der Mutterlauge des Kochsalzes und Salpeters entdeckt; im Mineralreiche fand sie zuerst Marggraf im Jahr 1759 in dem Serpentinlein und gleich darauf auch im Speckstein, Amianth und Talk.

Um den Nachweis der phosphorsauren Talkerde in den Knochen, und das Chlormagnesium, die Doppelsalze der Talkerde haben sich Fourcroy, Bauquelin, Davy, Liebig, Gay-Lussac, Döbereiner, Thénard, Rammelsberg, Berzelius u. A. verdient gemacht; ferner auch Balard, Brandes, Grouvelle, Serullas, Berzelius, studirten die Verbindungen des Magnesiums mit anderen Elementen, obgleich Bergman schon ein wenig vorgearbeitet hatte.

Aluminium (Al).

Das Aluminiummetall wurde zuerst durch Wöhler im Jahr 1827, aus dem Chloraluminium mittelst Kalium, in Form eines grauen Pulvers, anno 1845 in kleinen Metallkugeln abgeschieden; im Jahr 1852 durch Bunsen auf galvanischem Wege isolirt, im Jahr 1854 durch Deville mittelst Einwirkung Natriummetalls auf Chloraluminium in größerer Menge dargestellt, dessen Eigenschaften auch näher studirt und beschrieben. Später wählte man noch andere Materialien z. B. den Kryolith (Fluoraluminium-Fluornatrium) als Material, auf welches man Natrium in der Glühhitze einwirken läßt. Bekanntlich wird jetzt das Aluminium nach verschiedenen Methoden schon ziemlich billig hergestellt und auch in der Technik zu Legirungen verwendet.

Zur Entdeckung der Alaunerde gab zunächst der Alaun, um zu wissen, an welche Basis die Schwefelsäure darin gebunden sei, Veranlassung. Man fand diese Substanz mit einem Hauptbestandtheil der Erden identisch, welche wegen ihrer plastischen Eigenschaften schon lange zur Töpferei benutzt worden waren.

Von den Griechen wurde die Substanz als *στυπτηρία*, von den Römern als *alumen* bezeichnet. Uebrigens sind unter diesem Namen, ohne Zweifel, verschiedenartige Substanzen zusammengefaßt worden, welche den styptischen Geschmack gemeinsam haben.

Die Substanz, welche als *στυπτηρία*, bezeichnet wurde, war schon vor dem Jahrhundert vor Christi Geburt bekannt, denn schon bei Herodot findet die-
 selbe Erwähnung und Dioskorides gibt im 1. Jahrhundert nach Christi Gebr.
 von der *στυπτηρία* an, daß diese Substanz in den Bergwerken Aegyptiens, aber
 auch auf Milos (Milo), den Liparen, Sardinien, in Macedonien, Phönicien,
 Afrika, Armenien und anderen Gegenden vorkomme.

Plinius unterscheidet ebenfalls mehrere Arten alumen (s. C. Plinii
historia naturalis Liber 35. Cap. 52.); in Cypern sollte nach ihm weißes und
 schwarzes vorkommen, von denen ersteres beim Färben der Wolle eine helle Farbe,
 letzteres beim Färben eine dunkle ertheile; auch werde das Gold mit schwarzem
 Alumen gereinigt; es entstehe alumen durch Auswittern aus dem Gestein.

Plinius unterscheidet ferner*) ein alumen liquidum und ein alumen spis-
 sum, von denen ersteres auf Verfälschung mit dem Saft des Granatapfels ge-
 rüht werde, sobald solches ächt sei, färbe es sich damit schwarz; aber auch das
 Alumen spissum werde durch Galläpfel gefärbt. Die spaltbare Varietät des
 Alumen nennt Plinius alumen chiston und er erwähnt gleichfalls, daß
 sich an ihm Haarsalz, trichitis, bilde. Nach ihm soll diese Art von Alaun ent-
 stehen, indem aus einem metallhaltigen Mineral etwas ausschwiße und fest werde.

Einer anderen Abart des alumen wird gedacht, welche als strongyle be-
 zeichnet wurde.

Die Anwendung des Alauns bezog sich hauptsächlich auf die Heilkunde, in
 welcher derselbe vorzugsweise als adstringirendes Mittel benutzt wurde; außerdem
 diente er aber auch zur Bearbeitung der Häute und Wolle.

Uebrigens scheinen die Ausdrücke: *στυπτηρία* oder alumen sich nicht auf eine
 bestimmte chemische Verbindung, sondern bald auf Alaunstein oder Alaunschiefer
 mit ausgewittertem Alaun oder einer Mischung aus Alaun und Eisenvitriol (Feder-
 salz oder Haarsalz) zu beziehen.

Manches alumen der Alten scheint aber mit dem Alaun mehr übereinzustim-
 men, wofür wenigstens spricht, daß als Bezugsquelle Milo und die liparischen
 Inseln angeführt wurden, wo der Alaunstein mit ausgewittertem Alaun häufig
 vorkommt. Sicher ist aber auch unter dem als alumen der Alten bezeichneten
 unreinen alumen, welches mit Eisenvitriol verunreinigt war, gewesen, wie denn
 überhaupt alles alumen eisenhaltig war.

Die reinen Sorten des noch heute so genannten Alauns stammen wahr-
 scheinlich aus dem Orient und bei den arabischen Schriftstellern findet sich zuerst
 über diesen Körper eine bestimmtere Nachricht, wiewohl auch in dieser Beziehung
 manche Verwirrung geobwaltet zu haben scheint. Die Vereitung des Alauns im
 Großen, resp. die Fabrikation desselben, soll von dem 13. Jahrhundert an, weiter
 sich ausgebreitet haben, denn schon zu dieser Zeit bestand nach Michael Ducas
 eine Alaunsiederei in der Nähe von Smyrna. Ferner soll auch schon im Jahr

*) S. Plin. hist. nat. Lib. 35. Cap. 52.

1248 zu Agnano im Neapolitanischen ein Alaunwerk errichtet worden sein. Auch jene Alaunsiederei bei Smyrna wurde von Italienern betrieben, indem sie Alaunfels rösteten, auslaugten und krystallisiren ließen.

Leibnitz's Ansicht zufolge, soll der alte Name *Roche-Alaun* (*alumen roccae*) daher stammen, daß schon vor einer Reihe von Jahrhunderten Alaunwerke (oder Alaunhütten) zu *Roche* oder *Rochea*, historischen Berichten gemäß, existirt haben.

Im 15. Jahrhundert, nach anderen Angaben schon 1192, sollen Alaunwerke auf der Insel Ischia durch einen genuesischen Kaufmann Bartholomäus Perdis oder Pernix, und um dieselbe Zeit das Alaunwerk zu Tolfa durch Johannes de Castro angelegt sein. Auch Basilius Valentinus spricht von Alaunwassern, welche an verschiedenen Orten Deutschlands sich finden und im 16. Jahrhundert soll, wie es sich nachweisen läßt, in Deutschland wirklich Alaun gesotten worden sein, wogegen in England man erst im 17. Jahrhundert begonnen haben soll, Alaun zu kochen. Uebrigens scheint man lange Zeit hindurch den Alaun mit Vitriol verwechselt zu haben, wie sich auch daraus ergibt, daß die Schriftsteller des 13. Jahrhunderts stets die *alumina* und *vitriola* neben einander stellen; sogar Agricola war in seiner Schrift „*de re metallica*“ der Ansicht, der Vitriol sei reicher an Erde, als der Alaun.

Die Basis im Alaun wurde lange als eine kalkichte bezeichnet und zwar mehr wegen der Unbestimmtheit dieses Begriffs, als wegen der Erkenntniß bestimmter Aehnlichkeiten zwischen der Basis des Alauns und der eigentlichen Kalkerde. Stahl vorzüglich vertheidigte, daß die Basis des Alauns von der Natur des Kalks oder der Kreide sei.

Im Jahr 1684 sagte Ettmüller in seiner *Chymia rationalis ac experimentalis*, man erhalte Alaun bei der Behandlung des Thons mit Schwefelsäure; ebenso sagt Stahl in seiner Abhandlung von den Salzen 1723, daß er aus gebrannten Thongefäßen, die der Einwirkung der Schwefelsäure ausgesetzt gewesen seien, einen wahren Alaun gezogen habe. Fr. Hoffmann sprach zuerst aus, daß ihm die Erde im Alaun eigenthümlicher Natur zu sein scheine. In seiner Sammlung: „*observationum physico-chymicarum selectiorum 1722*“ sagt er, die Säure in den Vitriolen sei dieselbe wie im Alaun. Geoffroy machte mehrere Beobachtungen über den Alaun in den *Memoiren der Pariser Akademie* bekannt und 1724 gab er an, daß schlechtes Bouteillenglas, welches durch Säuren überhaupt angegriffen werde, mit Vitriolsäure wahren Alaun gebe. 1727 bemerkte er, daß nach der allgemeinen Ansicht die Erde des Alauns kalkiger Natur sein solle; er habe jedoch wahrgenommen, daß diese Basis hauptsächlich in den thonigen Erden stecken müsse, denn diese geben mit Schwefelsäure Alaun. Außerdem wurden noch verschiedene Ansichten ausgesprochen; erst Marggraf zeigte 1754 in den *Schriften der Berliner Akademie*, daß die Erde im Alaun von der Kalkerde ganz verschieden ist, sofern sie andere Salze bildet und aus dem Salmiak das flüchtige Pungensalz nicht austreibt; er zeigte ferner, daß die Erde des Alauns auch in dem Thon enthalten, aber hier noch mit Kiesel Erde verbunden ist.

Hellot hatte 1739 angegeben, die Erde, welche er aus Thon durch Schwefelsäure gezogen und dann mit fixem Alkali niedergeschlagen hatte, werde durch Mähen fast unauflöslich in Säuren; daß aber die feuchte Alaunerde in Alkali löslich ist, wurde zuerst im Jahre 1789 durch Klaproth dargethan. Darauf wurde, trotz der Eigenthümlichkeit, welche man von der Alaunerde erkannt hatte, diese nur für eine Abänderung der Kieselerde gehalten, ja sogar wurde vom Berg-
rath Börner zu Freiberg (1769) und Beaumé 1770 behauptet, daß die Kieselerde durch Kali so verändert werde, daß sie mit Schwefelsäure Alaun gebe, dagegen wies Scheele nach, daß das von Beaumé angegebene Resultat auch erhalten wird, wenn man die Kieselseuchtigkeit in irdenen Schmelztiegeln bereitet, daß daher die Alaunerde nicht von einer Veränderung der Kieselerde herkommt, sondern aus dem Material des Tiegels, welcher bei dieser Operation angegriffen wird.

Auch wurde z. B. von Baron 1760 für wahrscheinlich gehalten, daß die Alaunerde ein metallischer Kalk sei. Die Zerlegung der Thonerde gelang indessen weit später und die Eigenschaften des darin enthaltenen Metalls, des Aluminiums, konnten erst studirt werden, nachdem durch Berzelius (1826) das Chloraluminium, durch Wöhler und Deville aus diesem das Aluminiummetall dargestellt worden war.

Obgleich die Erde in dem Alaun als eine eigenthümliche erkannt worden war, so währte es dennoch sehr lange, bis man den Alaun als ein Doppelsalz von schwefelsaurer Thonerde und schwefelsaurem Alkali erkannte.

Im 16. Jahrhundert setzte man der rohen Alaunlauge Alkali zu. Agricola und Libavius gedenken des schon damals gebräuchlichen Zusatzes von gefaultem Harn. Als Grund desselben gibt Libavius an: man bezweckt dadurch den in der Lauge enthaltenen Vitriol abzuscheiden, woraus zu schließen ist, daß der zu jener Zeit dargestellte Alaun größten Theils Ammoniakalaun sein mußte; auch Kunfel spricht davon, daß in dem Alaun flüchtiges Laugensalz enthalten sei, und Fr. Hoffmann erklärt in seiner Sammlung observationum physico-chemicarum selectiorum (1722) die Behauptung früherer Schriftsteller, aus dem Weinstein lasse sich durch Destillation bei Zusatz von Alaun ein flüchtiges Salz gewinnen, durch die Annahme, man habe hier Alaun angewandt, bei dessen Bereitung Harn zugesetzt worden sei, und das flüchtige Salz stamme also nicht aus dem Weinstein, sondern aus dem Alaun. Hoffmann berichtet ferner, daß man statt des Harns Potasche zusetzt, und gibt außerdem für die Nothwendigkeit des Zusatzes eine Erklärung, welche bis gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts angenommen blieb. Hoffmann findet es merkwürdig, daß die rohe Alaunlauge nicht zum Krystallisiren zu bringen sei, wenn man nicht Potasche oder ein anderes Alkali zusetze. Das sei deshalb nothwendig, sagt er, weil die rohe Lauge zu sauer und auch eine schweflige und fette Substanz enthalte, welche die Krystallisation hindere; der Zusatz von Alkali neutralisire aber die überschüssige Säure und absorbire die fette schweflige Beimischung; jedoch glaubte damals kein Chemiker, daß Alkali als ein nothwendiger Bestandtheil in die Zusammensetzung

des Alauns eingehe; aber die mannichfachen Erfahrungen, nach denen man aus bloßem Thon durch Schwefelsäure Alaun erhalten hatte, sprachen dagegen, ebenso wie später diese Erfahrungen zu Anhaltspunkten für die Erkenntniß wurden, daß das Kali im Mineralreiche viel häufiger verbreitet ist, als man es lange Zeit angenommen hatte.

Marggraf nahm 1754 wahr, daß die Erde, welche er aus dem Alaun mittelst Alkali gefällt und durch langes Auswaschen gereinigt hatte, mit Schwefelsäure keinen Alaun gab, außer wenn auch noch Alkali zugesetzt wurde. — Bergman veröffentlichte sogar 1767 eine Abhandlung über die Reinigung des Alauns, wonach er den Zusatz von Alkali zur Kohlauge als schädlich verwirft. Sodann wurden manche Ansichten dafür und dagegen ausgesprochen, bis Vanquelin und Chaptal 1797 den wesentlichen Gehalt des Alauns an Alkali bewiesen und auch erkannten, daß sich darin schwefelsaures Kali und schwefelsaures Ammoniak vertreten können. Daß Alaunlösung bei Zusatz alkalischer Substanzen würfelförmige Krystalle liefert, entdeckte Sieffert im Jahre 1772.

Von dem Alaun leitete sich die Darstellung des Pyrophors, eines Präparats ab, welches die Chemiker in früherer Zeit viel beschäftigte. Boyle spricht zwar schon 1680 von einem Körper, der trocken, hart und pulverisierbar sei, welcher aber bei Berührung der Luft in kurzer Zeit sich stark erhize und sogar einige Feuererscheinungen zeigen könne; jedoch beschrieb zuerst Homberg 1711 die Darstellung des Pyrophors. Homberg gab als Vorschrift, gleiche Theile frischen Menschenkoth und römischen Alaun über gelindem Feuer zu trocknen und dann in einem Glaskolben mit langem Halse zu sublimiren. Er erklärte die Entzündung des Präparats an der Luft durch die Annahme, daß in ihm wasserfreies Salz mit leicht entzündlichem Oel enthalten sei. Lémery zeigte dagegen 1714, daß zur Bereitung des Homberg'schen Pyrophors Menschenkoth entbehrlich sei; aus Alaun mit Blut, Eidotter, spanischen Fliegen, Regenwürmern, Fleisch, Holz, Mehl und anderen brennbaren Substanzen erhielt er guten Pyrophor, jedoch arbeitete er nur mit Erfolg, wenn er Alaun anwandte; ein anderes Salz, anstatt dessen benutzt, lieferte kein erwünschtes Resultat.

Lavoisier erklärte 1777 die Entzündung des Pyrophors in der Art, daß bei der Bereitung desselben die Schwefelsäure im Alaun zu Schwefel reducirt werde, welcher in Berührung mit der Luft wieder zu Säure verbrenne und war der Ansicht, daß die Entzündung des Pyrophors auf einer Vereinigung mit Sauerstoff beruhe.

Pilatré de Rozier behauptete 1780, daß in jedem Pyrophor sich etwas Phosphor befinde, der die Entzündung veranlasse; Bewly glaubte 1786, daß in der Luft eine salpetrige Säure enthalten sei.

Nach Davy's Entdeckung der Alkalimetalle glaubte man in der Bildung derselben und ihrer Affinität zum Sauerstoff die Ursache der Entzündlichkeit des Pyrophors zu finden, wiewohl diese Theorie keineswegs eine befriedigende Erklärung für alle pyrophorischen Erscheinungen gab. — Die Kenntnisse der Aluminium-

Verbindungen wurden weiter besonders durch Noard, Thénard, Saussure, Berzelius, Wöhler, Liebig, Kammelsberg u. A. gefördert.

Ultramarin.

Die Bereitung einer blauen Farbe aus dem sogenannten Lasurstein, wurde schon im 11. Jahrhundert erwähnt. — Der Lasurstein ist wahrscheinlich dasselbe Mineral, was die Alten als Saphir bezeichneten. Das Wort Lasur soll aus dem Persischen stammen und blaue Farbe bedeuten; schon im 6. Jahrhundert hat der Grieche Leontius die Bezeichnung *λαζούριον* für einer blaue Farbe angewandt und in den folgenden Jahrhunderten kommt dieses Wort häufig vor. Lapis lazuli wurde ein blaues Mineral schon im 15. Jahrhundert genannt.

Die ächte Farbe, welche aus dem Lasurstein bereitet wurde und nach Einigen über das Meer kam, wurde von der Kupferlasur schon im Anfang des 16. Jahrhunderts als *azurum ultramarinum* unterschieden. In früheren Zeiten suchte man die ächte Lasurfarbe durch blaue Glasflüsse nachzuahmen; im 17. Jahrhundert war man der Ansicht, daß die blaue Farbe des ächten Lasursteins von einem Gehalt an Kupfer herrühre; jedoch bewies Marggraf 1758, daß dieses nicht der Fall sei; er glaubte vielmehr, daß die Bestandtheile Kalkerde, Flußspath mit etwas Kiesel-erde und Eisen seien; Klaproth fand 1735 als Bestandtheile Kiesel-erde, kohlensauren Kalk, Alaunerde, schwefelsauren Kalk und Wasser. Guyton de Morveau betrachtete 1800 als die Ursache der blauen Farbe des Lasursteins einen Gehalt an Schwefeleisen. Die Bestandtheile, welche später durch die Analyse ausfindig gemacht worden sind, müssen als bekannt angesehen werden.

Das gegenwärtige künstliche Ultramarin wird nach verschiedenen Methoden bereitet, aber die Hauptsache ist jedenfalls die, daß die Temperatur gehörig beachtet werde.

Beryllium, Glycium (Be).

Dieses Element, die metallische Grundlage der Beryllerde (Süßerde, Glycinerde, Berylliumoxyd, BeO oder Be_2O_3) wurde als Glycium durch Wöhler und Buffy im Jahre 1828 (Poggendorffs Annalen 13, 577; Journal für praktische Chemie 4, 455; auch Schweigger 54, 241) durch Einwirkung von Kalium auf Chlor-Glycium, und zwar von dem ersten Chemiker als dunkelgraues, unter dem Polirstahl metallglänzendes Pulver, von dem letzteren als schwarze Masse, ferner durch Becquerel in stahlgrauen Schuppen erhalten.

Die Beryllerde (Glycinerde, Glyciumoxyd, Berylliumoxyd (BeO oder Be_2O_3) wurde im Jahr 1798 durch Bauquelin (Scherer's Journal 1, 341; auch Crell's Annalen 1798, 2, 422; ferner Scherer's Journal 1, 590) als Süßerde in dem Beryll entdeckt und als leichtes, voluminöses Pulver erhalten; indem er zuerst erkannte, daß sie von Thonerde verschieden sei. Ferner wurde die Süßerde auch in dem Smaragd durch Bauquelin aufgefunden; auch hat man diese seltene Erde im Eufas, Leukophan, Helvin u. aufgefunden.

Vauquelin benannte die neue Erde zunächst nicht, aber die Herausgeber der *Annales de Chimie* gaben ihr, wegen des süßen Geschmacks ihrer Salze, den Namen „Glycinerde“ (von *γλυκός* süß) oder Süßerde; die deutschen Chemiker, namentlich Klaproth (1800), verwarfen jedoch diese Bezeichnung, weil noch andere Körper süß schmeckende Salze liefern und schlugen dagegen den Namen Beryllerde vor.

Die Verbindungen des Berylliums mit den Halogenen, mit Stickstoff, Selen, die des Oxyds mit Basen und Säuren wurden durch viele geniale Chemiker, namentlich durch Klaproth (dessen Beiträge 3. 215 u. 221) Berzelius (*Schweigger's Journal* 15, 296), E. G. Gmelin (*Poggendorff's Annalen* 50, 175), Graf von Schaffgotsch (*Poggendorff's Ann.* 50, 183), Awdejew (*Poggendorff* 56, 101), Berthier (*Annales de Chimie et de Physique* 50, 371), zunächst Ekeberg und Andere untersucht.

Zirkonium (Zr).

Die Zirkonerde wurde 1789 durch Klaproth, (dessen Beiträge 1. 203 u. 722. f. auch *Zhl. I.* unter „Klaproth“ S. 153 u. 154 dieses Werks) entdeckt; er zeigte, daß der Zirkon, außer Kieselerde und sehr wenig Eisenoxyd, hauptsächlich aus einer neuen Erde bestehe, welche er Zirkonerde nannte, und deren Eigenschaften er genauer beschrieb. 1795 wies Klaproth diese Erde auch als einen Bestandtheil des Hyacinths von Ceylon (Klaproth's Beiträge von 1795—1810 f. S. 153 u. R. 154) nach und that die gleiche Zusammensetzung beider Mineralien dar. Gupton de Morveau (*Annales de chimie* 21, 72) und Vauquelin (ebendaselbst 21, 72) bestätigten die Entdeckung der Zirkonerde (Hyacintherde, Zirkoniumoxyd, ZrO), welche außerdem noch, obgleich sie im Ganzen selten vorkommt, im Eudialyt, Polymignyt, Aeschinit und Derstedit u. auch getroffen worden ist. Sie wurde als weißes geruch- und geschmackloses Pulver von 4,3 spec. Gewicht, welches Glas ritzt, in Wasser sich nicht löst, aber mit demselben ein pulverartiges Hydrat bildet, erhalten.

Das Zirkoniummetall wurde 1824 (in dem Jahre der Isolirung des Tantal's) durch Berzelius, (*Poggendorff's Annalen* 4, 117), welcher überhaupt die chemischen Eigenschaften desselben, sowie der Zirkonerde u. genauer kennen lehrte, aus dem Fluor-Zirkonium-Kalium, mittelst Kalium, unter Anwendung von Hitze, als schwarzes der Kohle ähnliches zusammengebackenes Pulver (unter dem Polirstahl in dünnen, glänzenden, graphitähnlichen Schuppen erscheinend) zuerst abgetrennt.

Berzelius war es, wie schon angedeutet, welcher uns dieses Element und dessen Verbindungen mit nichtmetallischen Elementen und Säuren zuerst kennen lehrte; außerdem beschäftigten sich zunächst aber auch noch Pfaff (*Schweigger's Journal* 28, 102; Chevreul (*Annales de Chimie et de Physique* 13, 245; Schweigger 29, 144); Wöhler (*Poggendorff's Annalen* 48, 94); Berthier (*Annales de Chimie et de Physique* 50, 363; Wöhler's und Liebig's

Annalen 5, 246) Davy (Gilbert's Annalen 32, 332) Becquerel (Annales de Chimie et de Physique 48, 337), Hermann und Andere mit diesem Gegenstande.

N o r i u m (No).

Als Begleiterin der Zirkonerde in den norwegischen Zirkonen wurde durch Svanberg, eine andere Erde, die Norerde (das Oxyd des Noriummetall's — nach der skandinavischen Gottheit Noris benannt), entdeckt; jedoch soll sie auch in Hyacinthen von Ceylon, den Zirkonen des Elmengebirges sich vorfinden, (siehe hierüber Poggendorff's Annalen Bd. 65. S. 317.; Berzelius Jahresbericht Bd. 25. S. 149.; Poggendorff Bd. 66. S. 309; Journal für praktische Chemie Bd. 58. S. 147.).

T h o r i u m (Th).

Im Jahre 1815 glaubte Berzelius eine in dem Ytterit von Kararsvet, und flußsauren Cereum und flußsauren Yttererde = Cerium von Finbo, eine besondere Erde, welche er Thorerde nannte, gefunden zu haben (Schweigger's Journal 21, 15). Er überzeugte sich später aber, daß diese Erde basisch-phosphorsaure Yttererde sei (Poggendorff's Annalen 4, 145). Anno 1828 entdeckte derselbe Chemiker eine andere eigenthümliche Erde, in einem dem Obsidian ähnlichen schwarzen Mineral, später Thorit genannt, welches zur Zeit von Esmark auf der norwegischen Insel Lövön gefunden worden war.

Das Metall (Thorium) dieser Erde oder des Thoriumoxydes, welches den Namen von dem alten schwedischen Gott Thor erhalten hat, wurde durch Berzelius als dunkel-bleigraues, schweres unter dem Achat eisengraue Farbe und Metallglanz annehmendes Pulver, aus dem Chlorthorium, und auch aus dem Fluor-Thorium-Kalium, durch Erhitzen in einer Glasröhre mit Kalium erhalten (Poggendorff's Annalen 16. 385).

Die Thorerde (Thoriumoxyd, Thorinerde, Thorin, Th O) ist außer im Thorit (zu 58%), auch im Monazit durch Karsten (Poggendorff's Annalen 47. 385), und im Pyrochlor durch Wöhler (Poggendorff's Annalen 48, 83), aufgefunden und zwar als weiße Masse von 9,4 specifischem Gewicht, welche mit Wasser ein Hydrat bildet, abgeschieden worden.

Die zuerst bekannten Verbindungen des Thoriums und Thoriumoxydes mit Halogenen und Säuren oder die sogenannten Haloid- und Amphidsalze beziehen sich vorzugsweise auf Chlorthorium, Fluorthorium, Chlor-Thorium-Kalium, salpetersaure Thorerde, schwefelsaure Thorerde etc. — Die erste genauere Kenntniß der Verbindungen des genannten Elements haben wir Berzelius zu verdanken.

C e r (Ce.) L a n t h a n (La.) D i d y m (D.)

Im Jahr 1803 entdeckten gleichzeitig, Klaproth, Berzelius und Hisinger in einem Mineral von der verlassenen Bastnäs-Eisengrube bei Ryddarchyttan

in Schweden, welches, als Gangart, durch ein bedeutendes specifisches Gewicht sich auszeichnete, ein eigenthümliches neues Metalloxyd. Klaproth zählt dasselbe zu den Erden und nannte es, wegen der braunen Farbe, Schroit-erde, (Schroit); Berzelius und Hisinger*), welche das Metall daraus abschieden, und zwei Oxydationsstufen desselben erkannten, benannten das braune Oxyd nach dem damals soeben entdeckten Planeten Ceres, Ceroryd, das Metall Cerium, das Mineral Cerit, wofür Klaproth Cereroryd, Cererium und Cererit zu gebrauchen empfahl, weil das Wort Cer an eine Ableitung von dem Worte Cera, Wachs denken lasse. 1839 fand Mosander dem abgeschiedenen Ceroryde noch ein stark basisches Oxyd eines anderen Metalls beigemengt, welches er Lanthan, von *λανθάνειν*, verborgen sein, weil es den Chemikern so lange verborgen geblieben war, nannte, und zu Anfang des Jahres 1843 erkannte eben derselbe letztere Chemiker, daß noch ein drittes Oxyd in dem genannten Mineral vorkomme, dessen Metall er den Namen Didym beilegte, weil es das Cerium und Lanthan begleite (von *δίδυμοι*, Zwillinge). Um die Untersuchungen dieser Elemente und deren Verbindungen machten, außer den genannten Entdeckern Klaproth (Schroit. A. Gehlen's Journal 2. 303); Hisinger und Berzelius; (Ceriumoxyde, A. Gehlen 2. 397); Mosander (Poggendorff's Annalen Bd. 46. S. 648; 47, 207; 56, 504; 56, 504; Philosophical Magazine 3. 28, 241; im Auszug Annalen von Wöhler und Liebig 48, 210, 1843; Berzelius Lehrbuch 1826. 2. 416; Kastner's Archiv 10, 470. Poggendorff's Annalen 11, 406), auch Hisinger (in Schweigger's Journal 17, 424; Annales de Chimie, 94, 108), zunächst hauptsächlich die folgenden Chemiker verdient: Bauquelin (Cerit; Gehlen 3. 5, 189); Laugier (Cerium und Ceriumoxyde; Ann. de Chimie 89, 306; nach Schweigger Journal 19. 54); Thomson; (Gilbert's, Annalen 44, 23); Gahn (Schweigger's 16. 248.) Beringer (Cerium und Ceriumoxyd, Wöhler und Liebig's Annalen Bd. 42. 143; 1842); Watt's (Quarterly Journal of chem. Society 2. 131); Hermann (Journal für praktische Chemie Bd. 30. 184 u. 186); Kammelsberg (Poggendorff's Annalen Bd. 66. S. 660); Th. Kierulf (Wöhler's und Liebig's Annalen Bd. 87. S. 12. u. auch 86, 286, 1853); Marignac (ebendasselbst, Bd. 68. S. 212 u. f. f. Bd. 71. S. 306. u. f. f. 1849); Bunsen (ebendasselbst Bd. 86, 286. 1853); Otto (dessen Lehrbuch nach Graham) u.

Das Cerium, ein sehr seltenes Metall, wurde außer im Cerit, auch im Allanit, Orthit, Gadolinit mit Kieselsäure; im kohlensauren Cerorydul, im Edwardsit und Monacit (phosphorsaurem Cerorydul), im neutralen und basischen Fluorcerium, im Yttrocerit aufgefunden. Das Lanthan scheint ein allgemeiner Begleiter des Cer's zu sein und wurde z. B. als Lanthanerde im Cerit, Cuxenit,

*) Wilhelm Hisinger, Bergwerksbesitzer (Bruckspatron betitelt), Mitglied der Academie d. Wissenschaften zu Stockholm 1804; geädelt 1784, geboren 1766 zu Skinslattenburg; gestorben daselbst 1852.

Monazit, Gadolinit von Ytterby, Tschewkinit und Mosandrit aufgefunden; das Didym im Cerit, Orthit, Monazit u. s. w. nachgewiesen.

Das Ceriummetall wurde zur Zeit durch Mosander aus dem Chlorcerium, mittelst Kalium, unter Anwendung von Hitze, als ein dunkel rothbraunes, unter dem Polirstahl matt metallisch glänzendes ins Graue übergehendes Pulver gewonnen; von Beringer, schon vor der Entdeckung des Didyms, aus dem Chlorcerium oder Cerchlorür, mittelst Natrium, und zwar durch Erhitzen von abwechselnden Lagen der beiden Substanzen in einer Glasröhre bis zum Rothglühen; als graues, unter dem Polirstahl metallglänzendes Pulver erhalten.

Versuche, welche von Anderen z. B. Göbel angestellt wurden, der das Cerium durch Glühen von ameisenfaurem Cerorydul zu erzielen gedachte, lieferten das Cerium nicht rein.

Als basische Oxyde des Ceriums wurden deren zwei, ein Cerorydul (CeO), welches durch Berzelius aus dem kohlensauren Cerorydul, unter Anwendung eines Stroms von Kohlensäuregas und von Weißglühhitze dargestellt wurde, und mit Wasser ein weißes pulverförmiges Hydrat bildet, und ein Ceroryd, Ce_2O_3 , welches in reinem Zustande ebenfalls ein weißes, kaum gefärbtes Pulver darstellt, nach dem Glühen eine citrongelbe Farbe annimmt und mit Wasser ein hellgelbes Hydrat bildet.

Beringer erkannte ferner daß beim Glühen des Oxyds mit Wasserstoffgas ein Oxydorydul in Gestalt eines citrongelben Pulvers gebildet werde. Ferner wurde ein dem Orydul entsprechendes Chlorür und aus dem Oryd des Cer's ein Chlorid dargestellt; wurden auch die Fähigkeit des Oryduls, mit Säuren theils farblose, theils gefärbte Salze, ebenso aber auch die des Oxyds, mit Säuren Salze zu bilden, erkannt, Verbindungen von Cerium mit Schwefel, Phosphor, Brom, Jod u., Legirungen des Ceriums mit Natrium ebenfalls alsbald entdeckt.

Das Lanthanmetall wurde, wie das Cerium, ebenfalls aus dem Lanthan-Chlorür mittelst Natrium, unter Erhitzen, durch Mosander als dunkelblaugraues Pulver erzielt.

Das Lanthanoryd (nach Anderen Lanthanorydul) oder die Lanthanerde, wurde von Mosander als ein fast weißes oder lachsfarbenes Pulver erkannt, welches mit Säuren Salze bildet. — Ein Lanthanhyperoxyd ist als Hydrat dargestellt worden; außer diesen genannten Verbindungen sind auch die angedeuteten des Lanthan's mit Chlor, Brom, Schwefel, Kohlenstoff u. erzielt.

Das Didymmetall wurde zur Zeit nicht im metallischen Zustande dargestellt; das Didymoryd wurde im wasserfreien Zustande dunkelbraun abgeschieden und mit Säuren gefärbte (amethystfarbene, rosenrothe und violettblaue) Salze zu bilden, für geeignet gefunden. — Die schwefelsauren, auch salpetersauren und kohlensauren Salze, der vorgenannten Elemente als Oxyde, sind bald nach der Entdeckung am meisten studirt worden; auch der Verfasser beschäftigte sich im Jahre 1844 in dem Göttinger akademischen Laboratorio sehr eifrig mit der Trennung der verschiedenen Oxyde und deren Salze.

Yttrium (Y.) Erbium (Er.) und Terbium (Te.)

Die Yttererde (YO) wurde 1794 durch Johann Gadolin *) (Crell's Annalen 1796. 1. 313.) in dem bei Ytterby in Schweden vorkommenden Ytterbit (später nach Gadolin Gadolinit benannten Mineral) erkannt, später auch von Wöhler und Anderen als ein farbloses, geschmackloses, nach dem Erhitzen milchweißes Pulver dargestellt. Auch wurde diese Erde im Orthit, Ytrotantalit, Ytrococerit aufgefunden. — Das Yttriummetall wurde durch Wöhler 1828 (Poggendorff, 13. 580.) aus dem Chlor-Yttrium, mittelst Kalium, als schwarz-graues metallglänzendes Pulver erhalten. Die Yttererde wurde ferner zunächst untersucht von: Ekeberg (Scherer's J. 3. 187; Crell's Annalen 1799, 2. 65.), Klaproth (Scherer's J. 7. 5. 531), Bauquelin (Scherer's J. 5. 556; Crell's Annalen 1801, 1. 227); Berzelius (Schweigger's J. 16, 250 und 404 auch dessen Lehrbuch), Berlin (Poggendorff 43. 105.) u. Im Jahr 1843 entdeckte jedoch Mosander (Journal für praktische Chemie, Bd. 30, S. 288), daß die Yttererde in ein gelbes Oxyd und zwei ungefärbte Erden zerlegt werden könne. Das erstere nannte er Erbin-oxyd oder Erbinerde. Von den beiden Erden bezeichnete er dagegen die schwächere Basis als Terbinerde oder Terbinoxyd und die stärkere als Yttererde, also mit Namen, die aus dem des Fundorts des Gadolinit, nämlich Ytterby, corrumpt sind. Uebrigens sind Erbium und Terbium, die Grundlagen der beiden betreffenden Oxyde, mit Sicherheit noch nicht isolirt worden, wie denn überhaupt die erzielten Resultate manche Zweifel erregt haben, so daß, trotz neuerer Untersuchungen, diese noch nicht hinweggeräumt worden sind, bis denn endlich in der neuesten Zeit Delafontaine, hauptsächlich aber Bunsen und Bahr, größere**) Klarheit erhielten.

*) Johann Gadolin, Professor der Chemie zu Abo; geboren 1760, gestorben 1852.

**) S. Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. 137 auch Journal für praktische Chemie Bd. 99. S. 274. (1866).

B. Schwere Metalle und deren Verbindungen.

a. Die unedlen Metalle.

M a n g a n (Mn.)

Um die nähere Kenntniß des Mangans und dessen Verbindungen machten sich zunächst folgende Chemiker verdient:

Scheele (Opuscula 1. 227; auch Crell's N. Entd. 1. 112 und 146); Sjöelm (Crell's Annalen 1787, 1. 158 und 446); Bergman (Opuscula 2. 201); John (N. Gehlen 3. 452; 4. 436); Berzelius (Oxyde des Mangans, Schweigger's Journal 4, 202; auch Annales de Chimie et de Physique, 5. 149); Berzelius und Arfvedson (Annales de Chimie et de Physique 6, 204), Arfvedson (Oxyde des Mangans; Schweigger's Journal 42. 202; Schwefelmangan; Poggendorff's Annal. 1. 50); Chevreul (mineralisches Chamäleon; Annales de Chimie et de Physique 3, 42; auch Schweigger's Journal 20, 324); Chevillot und Edwards (Annales de Chimie et de Physique 4, 287; Schweigger's Journal 20, 332); Berthier (Oxyde des Mangans; Annales de Chimie et de Physique 20, 187); Forchhammer*) (Mangan- und Uebermangan säure; Ann. Phil. 14, 130; Manganoxyde und Salze, Ann. Phil. 17, 50); Fromherz**) (Uebermangan säure; Schweigger 41, 257, 1824; Poggendorff 31, 677; Mangansalze; Schweigger 44, 327); Turner (Oxyde des Mangans; Edinburgh Journal of Science 4; Philosophical Magazine Ann. 4. 22 und 96; auch Karsten's Archiv 14, 359 und 424; Poggendorff 14, 211); Brandes (Mangansalze; Poggendorff 20, 556); Mitscherlich (Mangan säure und Uebermangan säure Poggendorff 25, 287; auch Schweigger 65, 62); Bachmann***) Zeitschrift für Physik und Mathematik 4, 312; Schweigger's Journal

*) Joh. Georg Forchhammer, Professor der Chemie und Physik an der polyt. Schule zu Kopenhagen; geboren 1794 zu Husum (Schleswig).

**) Carl Fromherz, Professor der Chemie und Mineralogie an der Universität zu Freiburg, geboren zu Constanz 1797; gestorben zu Freiburg 1854.

***) Joseph Bachmann, Professor der Chemie und Metallurgie an der Bergakademie zu Chemnitz, gestorben daselbst 1849.

55, 72, 1829) und Andere, wie Pott (1740), Raim und Winterl 1770, Gahn u.

Das Mangan oder Braunsteinmetall oder frühere Manganesium, von dessen Namens-Abstammung sogleich die Rede sein wird, wurde durch John 1807 (Gehlen's Journal 3, 452; 4, 436) aus kohlensaurem Manganorydul dargestellt, indem derselbe dieses Salz in einem verschlossenen Gefäße glühte und das dann zurückbleibende Drydul mit Del gemischt in einem bedeckten Tiegel mit Kohlenpulver bedeckte, einem heftigen Schmiedeseuer aussetzte, wodurch das Manganmetall reducirt als grauweiße, nicht sehr stark metallglänzende, spröde Masse erhalten wurde. — Der schwedische Bergmeister Gahn erzielte die Reduction in ähnlicher Weise in einem mit Kohle ausgefülltem Tiegel, ehe John's Darstellung stattfand; also Gahn gebührt das Prioritätsrecht bezüglich der Mangan-Darstellung. Das erste Manganerz, welches zur Zeit bekannt wurde, war der Braunstein (Manganhyperoxyd).

Der Name „Mangan“ ist wahrscheinlich (wie schon bei der Bezeichnung der Elemente erwähnt worden) von *μάγανον* (Zauber mittel) entnommen, weil man früher den Braunstein mit dem Magneteisenstein verwechselte, den man, wegen seiner eigenthümlichen magnetischen Anziehungskraft, wohl als Zauberstein betrachtet haben mochte. — Daß im Alterthum der Magneteisenstein bekannt war, das ist nicht zu bezweifeln; (s. Plinius hist. nat. Libr. 36, Cap. 25 ad exemplum: Quid ferri duritia pugnacius? — Sed cedit, et patitur mores: trahitur namque a magneti lapide etc.).

Als man aber die anziehende Kraft in dem Braunstein vermiste, nannte man diesen Pseudo-magnes und übertrug natürlich auf diese Weise den Namen des echten Zaubersteins auf den falschen. Es ist indessen gewiß nicht unwahrscheinlich, daß die Namen: Magnesia (s. Magnesia oder Talterde) und Mangan mit dem Namen Magnet, resp. Magneteisenstein zusammenhängen, da der Braunstein und Magneteisenstein eine Aehnlichkeit im Außern mit einander haben und beide den Alten bekannt waren. Es wird übrigens auch angegeben, daß der Name Manganesium von *Magnesia nigra*, dem lateinischen Namen des Braunsteins, welchen dieses Metall, in Folge der Verwechselung mit Magneteisenstein (*λίθος Μαγνήτης* oder *Μαγνήσιος*), erhalten hatte; hieraus soll später *Manganesium* und endlich *Manganium* entstanden sein.

Mit unzweifelhafter Gewißheit läßt sich übrigens über den Ursprung des Namens nichts behaupten. Einige Schriftsteller des Alterthums sagen, daß der Ausdruck nicht von Magnesia (einer Stadt in Lydien) herstamme, sondern wollen ihn von *Μάγνης* (Magnes, als dem Ausdruck für Magneteisenstein) ableiten. — Wie oben erwähnt, scheint in letzterer Beziehung jedenfalls ein Zusammenhang stattgefunden zu haben und die erwähnte Verwechselung ist das Wahrscheinlichste. Der *Magnes lapis* ist vor Plinius' Zeit bekannt gewesen, (s. Lib. 36, Cap. 25, wo auch von einem männlichen und weiblichen *magnes lapis* die Rede ist, sogar von verschiedenen Geschlechtern gesprochen wird); und daher mag es kommen, daß der

Braunstein, zum Unterschied von diesem als *Magnesia* bezeichnet wurde. Als ein hauptsächlich zunächst-liegender Unterschied wird die Verschiedenheit der Farbe angeführt und auf einen schwarzen, sowie auch auf einen mehr röthlichen, (als schwarzen) Stein hingedeutet. Es heißt nämlich in dem bezeichneten Capitel (*Stereotypausgabe* Bd. 5. p. 79. 1830) folgendermaßen:

„*Magnes appellatus est ab inventore (ut auctor est Nicander) in Ida repertus. Namque et passim invenitur, ut in Hispania quoque. Invenisse autem fertur, clavis crepidarum et baculi cuspide haerentibus, cum armenta pasceret.*“

Quinque genera magnetis Sotacus demonstrat: Aethiopicum: e *Magnesia Macedoniae* contermina, Boebeida lacum petentibus dextra: tertium in Hyrietico Boeotiae: quartum circa Alexandriam Troadem: quintum in *Magnesia Asiae*. Differentia prima, mas sit an femina: proxima in colore. Nam qui in *Magnesia Macedoniae* reperiuntur, rufi nigrique sunt. Boeotius vero rufi coloris plus habet, quam nigri.“

Ferner findet in ebendemselben Buche der Plinii hist. nat. Cap. 66 (der *Stereotyp-Ausgabe* Bd. 5. p. 93) eine Stelle: „*Mox, ut est astuta et ingeniosa solertia, non fuit contenta nitrum miscuisse: coeptus addi et magnes lapis: quoniam in se liquorum vitri quoque, ut ferrum, trahere creditur. Simili modo et calculi splendentes multifariam coepti uri; deinde conchae, et fossiles arenae etc.*“

In dieser Weise drückt sich Plinius aus, (nachdem er in dem vorhergehenden Capitel (Cap. 65) über die Entstehung des Glases, de origine vitri, gesprochen hat) indem er anführt, daß der *magnes lapis* die Feuchtigkeith aus dem Glase ziehe. Es ist demnach hier unter *magnes lapis* ohne Zweifel Braunstein zu verstehen. An anderen Stellen berichtet er auch, daß man den Magnet (jedenfalls Braunstein gemeint) zur Bereitung des farblosen Glases anwende.

Im 15. Jahrhundert kommt der Name Braunstein bei Basilius Valentinus vor; von diesem wird er aber als ein Eisenerz betrachtet. Agricola bezeichnet in der Mitte des 16. Jahrhunderts in seiner Schrift: „*de re metallica*“ den Braunstein wie den Magnet, hält auch beide für identisch.

Der Braunstein wurde stets zu den Eisenerzen gezählt; erst Pott zeigt 1740, daß das Eisen nicht zu den Bestandtheilen der Braunsteins gehört. Er stellte mehrere Mangansalze dar, ohne jedoch das eigenthümliche Metall zu erkennen. Er schloß aus seinen Versuchen, der Braunstein bestehe aus einer gewissen alkalischen Erde, welche der Alaunerde ähnlich sei. Von Cronstedt wurde der Braunstein zu den Erdbarten, von Sage zu den Zinkerzen gezählt. J. G. Kaim veröffentlichte, daß er aus Braunstein mit schwarzem Fluß, bei starkem Feuer, ein bläulich-weißes brüchiges Metall erhalten habe und 1774 erschien Scheele's Abhandlung, welche genügende Beweise für den Gehalt des Braunsteines an einem eigenthümlichen Metall enthielt. Scheele behandelte den Braunstein mit den verschiedenartigsten Reagentien; vorzüglich hob er hervor, daß der Braunstein

eine starke Anziehung zum Brennbarren habe, und daß der Braunstein sich mit keiner Säure zu einer Auflösung verbinden könne, ohne Brennbare aufgenommen zu haben. Bergman zeigte noch in demselben Jahre, daß mit großer Wahrscheinlichkeit in dem Braunstein ein neues Metall enthalten sei, und Gahn gelang es wirklich kurze Zeit darauf die Reduction des Braunsteinmetalls. Das neue Metall wurde verschiedenartig benannt.

In Deutschland wählte man zunächst den Ausdruck; „Braunsteinkönig oder Braunsteinmetall,“ im Lateinischen nannte man es Magnesium; wegen der letzteren Verwechselung mit Magnesia nannte man in anderen Sprachen den Braunstein Manganesium, woraus erst zu Anfang dieses Jahrhunderts der Name „Mangan“ für das neue Metall entstanden ist. — Was das Vorkommen des Mangans betrifft, so gab Scheele in einer Abhandlung über den Braunstein im Jahre 1774 an, daß ein Bestandtheil desselben auch in Pflanzenasche gewöhnlich enthalten sei, und Bergman wies nach, daß der Spatheisenstein häufig Mangan enthält; später (1781) suchte er auch sogar den Gehalt des Gußeisens, Schmiedeeisens und Stahls an Mangan genauer zu bestimmen, wiewohl er nicht zu richtigen Resultaten gelangte. Sein Verfahren, Eisen von Mangan zu trennen, bestand darin, entweder das Gemenge von Eisenoxyd und Manganoxyd mit Salpetersäure wiederholt bis zum Glühen abzuziehen und mit starkem Essig oder verdünnter Salpetersäure das Mangan aufzulösen, oder die Auflösung des Eisens und Mangans durch Blutlaugensalz zu fällen und durch vieles Wasser den Manganpräcipitat von dem eisenhaltigen Niederschlag zu trennen. Von Seiten Richter's wurde 1791 zur Trennung das neutrale weinsteinsaure Kali vorgeschlagen, während Vauquelin 1799 zur Trennung beider Metalle saures kohlensaures Kali versuchte und Klaproth zuerst, nach Gehlen's Vorschlag 1802 braunsteinsaures Natron zu diesem Zweck anwandte.

Hinsichtlich der Oxyde des Mangans mag angeführt werden, daß Scheele schon zeigte, daß der Braunstein plogistisirt (desoxygenirt) werden muß, um mit Säuren Verbindungen einzugehen, und damit zu der Erkenntniß Anlaß gab, daß verschiedene Oxydationen des Mangans existiren. Diese Oxydationsstufen suchte zunächst John (1807), genauer Berzelius (1812), sowie auch Arfvedson zu unterscheiden. Die Wirkung des Braunsteins auf das Glas, sowohl das Glas zu entfärben, als auch zu färben, war, wie aus Mercati's und Carbanu's Schriften sich ergibt, schon im 16. Jahrhundert bekannt. Porta, Libavius und Andere empfahlen ihn schon zu jener Zeit, um amethystfarbige Glasflüsse zu bereiten.

Die Entfärbung des Glases durch Braunstein erklärte man sich früher, daß man, wenn noch der Braunstein als alaunerdehaltig betrachtet würde, annahm, jene Erde besitze die Eigenschaft, die Farben der Gläser wegzunehmen. Scheele war dagegen der Ansicht, die Farbe des gemeinen Glases rühre von einem Gehalt an brennbaren Theilchen her, und indem der Braunstein diese wegnehme, mache derselbe das Glas farblos, werde aber dadurch auch zugleich seiner Farbe beraubt.

Ueber die, außer dieser wichtigsten Oxydationsstufe, dem Braunstein oder Manganhypoxhyd, übrigen Verbindungen des Mangans mit dem Sauerstoff mag noch erwähnt werden, daß in einer alchemistischen Schrift, welche 1708 erschien, angeführt wird: „Im Piemontesischen Gebirge wird *magnesia piemontana* gefunden, etliche ist grauschwarz, das Glas wird davon purpur- und amethystfarbig. Mit Salpeter geschmolzen und ausgekocht gibt es Purpurfarbe; die Solution verändert die Farben, ist grasgrün, wird himmelblau, violenfarben und rosenroth.“

Als eine neue Beobachtung beschrieb dieselbe Erscheinung Pott in seiner Abhandlung über den Braunstein (1740), wo er angab, die Auflösung sei erst grün, dann werde sie blau und purpurroth, werde aber durch Schütteln wieder grün. Auch Scheele machte darauf aufmerksam, daß die Auflösung des Braunsteins in Kali eigentlich blau sei; in Kali suspendirter Braunstein lasse die Flüssigkeit roth erscheinen, aber die Auflösung von Braunstein in Kali sei grün, wenn gelber Eisenkalk zugemischt sei. Die erste Lösung der Masse, welche aus rohem Braunstein mit Salpeter zusammen geschmolzen ist, sei also wegen ihres Eisengehalts grün; so wie das Eisen sich absetze, werde sie blau; präcipitire man den Braunstein, indem man die Lösung an der Luft Kohlensäure anziehen lasse, oder eine andere Säure zusetze, so müsse nur die Flüssigkeit roth erscheinen. Zu jener Zeit wurde durch Scheele auch die Benennung „mineralisches Chamäleon“ für das Product der Schmelzung von Braunstein und Salpeter üblich, wiewohl schon seit langer Zeit jede organische Substanz, welche Farbenwechsel zeigt, als mineralisches Chamäleon bezeichnet worden war.

Die Farbenveränderung des mineralischen Chamäleons ward 1793 von Seiten Fourcroy's durch einen verschiedenen Gehalt an Sauerstoff, Wärmestoff und vielleicht an Stickstoff erklärt. Buchholz' (1809) Ansicht zufolge, sollte in der grünen Auflösung eine niedrigere Oxydationsstufe enthalten sein. Erst die von Chevillot und Edwards ausgeführten Untersuchungen führten zu der Ansicht, daß sich bei dem Glühen von Braunstein mit Kali kein Chamäleon bildet, wenn sämmtlicher Sauerstoff der Luft abgeschlossen ist, daß die Bildung leichter im Sauerstoffgas, als in der atmosphärischen Luft erfolgt, und daß dabei stets eine Sauerstoff-Absorption stattfindet. Es wurde ferner beobachtet, daß bei Anwendung einer größeren Menge Braunsteins und einer geringeren Menge Kali's unmittelbar eine solche Verbindung sich bildet, welche krystallisirt erhalten werden kann und in welcher das Kali neutralisirt ist. Im Jahr 1818 machten dieselben Chemiker die Erfahrung, daß auch Natron, Baryt und Strontian mit Braunstein, unter Sauerstoff-Absorption, Salze bilden. Sie waren der Ansicht, daß bei diesen Operationen der Braunstein in eine Säure, die Mangansäure, sich verwandelt, und daß die grüne Auflösung des Chamäleons sich von der rothen durch größeren Kaligehalt unterscheide. Durch Forchhammer wurden zuerst 1820 in dem grünen und dem rothen Chamäleon zwei verschiedene Säuren des Mangans erkannt und Mitscherlich bestimmte 1830 die richtige Zusammensetzung derselben.

Eisen (Fe.)

Das so verbreitete und nützliche Eisen war schon im grauen Alterthume den damals lebenden Völkern bekannt; denn Moses gedenkt schon der Oefen, in denen das Eisen geschmolzen wurde und führt sogar an, daß das Eisen schon vor der Sündfluth bekannt gewesen sei. Bei griechischen Schriftstellern, wie z. B. beim Homer wird ebenfalls auf die Bearbeitung des Eisens hingewiesen, und sogar verlegten die Griechen die erste Bekanntschaft mit dieser Kunst in die fabelhafte Zeit des Prometheus und der Cyclopen.

Nach Hesiod soll von Phrygien aus die Kenntniß des Eisens nach Griechenland durch die Daktyler, welche zur Zeit des Minos nach Kreta kamen, übertragen worden sein; aber auch in späterer Zeit soll der Gebrauch des Eisens einigen Europa nahe wohnenden Völkern unbekannt gewesen sein; überhaupt ist ohne Zweifel der Gebrauch des Eisens zu mancherlei Geräthschaften weit hinter dem des Kupfers zurückgeblieben. Agricola stellte in einer Schrift die Angaben der Alten über die Bearbeitung, das Schmieden, Schweißen und Gießen des Eisens zusammen. Uebrigens sind von Seiten der Alten uns keine sehr genauen Angaben über die Darstellung des Eisens überliefert worden, wiewohl der Magneteisenstein das Eisenerz gewesen zu sein scheint, aus welchem die Alten das Metall darstellten. Auch scheinen ihnen wenige Anzeichen des Eisen-Gehalts bekannt gewesen zu sein; denn Plinius sagt *), wo Eisen natürlich vorkomme, werde dieses leicht an der Farbe der Erde erkannt. Paracelsus wandte den schon früher zur Erkennung des Eisenvitriols benutzten Galläpfelsaft, als Reagens zum Nachweis des Eisens in Mineralwassern an; auch Boyle war es bekannt, daß Galläpfel, Eichenlaub, Granatäpfel, Blauholz und andere adstringirende vegetabilische Substanzen einer Eisenlösung eine schwarze Farbe ertheilen; auch wandte er den Magnet an, um Eisen nachzuweisen. Die Reaction mit Blutlaugensalz führte Marggraf 1757 in die analytische Chemie ein.

Der Eisengehalt des Bluts wurde durch den Italiener Menghini 1774 nachgewiesen.

Erwähnenswerth ist, daß noch im 17. Jahrhundert manche ausgezeichnete Chemiker das bei der chemischen Behandlung gewisser Substanzen sich zeigende Eisen nicht für ausgeschiedenes, sondern für ein gebildetes hielten, so daß man auf die naive Idee kam, das Eisen lasse sich auch künstlich darstellen.

Ziehen wir die gegenwärtig hinreichend bekannten Eigenschaften, welche dem Eisen durch Verunreinigung ertheilt werden, in Betracht, und blicken wir dabei in dieser Beziehung auf den Magnet zurück, so scheint die Brüchigkeit des Schmiedeeisens schon frühzeitig bekannt gewesen zu sein; denn Plinius erwähnt schon, daß Eisen, je nach dem Einfluß der Erde und des Himmels (der Herkunft), sehr verschiedener Art sei. Einiges sei sehr weich und Anderes sei fragile et aerosum **).

*) Plin. hist. Lib. 34 Cap. 41: Ferri metalla ubique propemodum reperiuntur — minima difficultate cognoscuntur, ipso colore terrae manifesto.

**) Plin. hist. nat. Lib. XXXIV. Cap. 41. (ster. Bd. 4. p. 421).

Basilus Valentinus sagt, daß der Eisenstein durch einen Gehalt an Gold, Silber, Kupfer, Zinn und Blei spröde werde; Gold und Silber sollen ihm nicht schaden, machen ihn im Gegentheil geschmeidig, dagegen zerfalle der kupferflöchtige Eisenstein leicht.

Agricola führt in seiner Schrift „de re metallica“ an, daß das schlechteste Eisen, welches auf dem Amboss unter dem Hammer wie Glas zerspringe, ein *ferrum fragile et aerosum* sei und es ist mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß das letztere Wort „kupferhaltig“ bedeuten soll. Brandt untersuchte 1751, auf welchen Beimischungen die Kaltbrüchigkeit und Rothbrüchigkeit des Eisens beruhen; er war der Ansicht, daß die erstere Eigenschaft auf einer Beimischung von Arsenik, Wismuth oder Spießglanz beruhe, die Rothbrüchigkeit hingegen von einem Gehalt an Schwefelsäure herrühre. J. E. F. Meyer in Stettin erhielt 1780 aus Gußeisen einen weißen erdartigen Körper, welchen er als Ursache der Kaltbrüchigkeit des aus Sumpferzen dargestellten Eisens ansehe und stellte ihn aus solchem Eisen und aus diesen Erzen dar; er fand, daß man jenen Körper zu einem Korne von metallischem Aussehen schmelzen könne und hielt ihn für ein neues Metall, welches er *hydrosiderum* oder Wassereisen nannte. Bergman untersuchte das weiße Pulver aus kaltbrüchigem Eisen, welches nach dem Auflösen des Eisens in verdünnter Schwefelsäure zurückblieb, und er schmolz es, mittelst eines Flußmittels und Kohle, zu einem metallischen Korne. Dieses erklärte er für ein neues Metall, welchem er den Namen „siderum“ beilegte. Im Jahr 1784 berichtete Meyer seine früheren Angaben dahin, daß das Wassereisen Eisen mit Phosphorsäure verbunden sei; auch Klaproth fand dieses gleichzeitig und Scheele wies die Phosphorsäure zuerst analytisch 1785 nach. Auf diese Weise gelangte man zur Erkenntniß, daß die Kaltbrüchigkeit durch Phosphor verursacht wird.

Obgleich über das Härten des Eisens durch Ablöschen mit Wasser bei den Israeliten eine Notiz sich nicht findet, so soll nach Homer's Andeutungen, diese Kunst schon früh bekannt gewesen sein. Eine besondere Kunstfertigkeit in der Bearbeitung des Eisens und Stahls ist den am schwarzen Meer wohnenden Chalybern zugeschrieben worden, und hiervon soll der Name *χάλυψ*, *chalybs*, welchen Griechen und Römer dem Stahl beilegten, entnommen sein. Uebrigens fehlen genauere Berichte, über das Härten des Stahls, aus dem Alterthum; Plinius drückt sich über das Härten des Stahls in der Weise aus, daß man schließen möchte, die verschiedene Härte, welche glühendes Eisen oder Stahl auf das Ablöschen annimmt, habe man als auf der Verschiedenheit des dazu angewandten Wassers beruhend betrachtet; seine Instrumente pflege man durch Ablöschen in Del zu härten, da sie durch Wasser zu brüchig und spröde würden*).

Basilus Valentinus nennt später den Stahl das härteste, reinste geschmeidigste Eisen. Agricola lehrt eine noch gegenwärtig gebräuchliche Art, den Frischstahl zu bereiten, und er hält den Stahl für ein reineres Eisen und bezeichnet ihn

*) Hist. nat. Lib. 34. Cap. 41.

als ein *ferrum saepius liquefactum et a recementis* (von den Schlacken) purgatum. Libavius in dem zweiten Theil seiner *Commentariorum Alchemiae* (1606) vergleicht die Darstellung des Stahls aus dem Eisen mit der Bereitung des Cementkupfers durch Eisen: *Ferrum mutatur in aciem fluorum mineralium et extinctionis adjumento et in cuprum auxilio chalcanti*. Stahl und die auf ihn folgenden Chemiker waren der Ansicht, daß der Stahl ein Eisen in vollkommnerem metallischem Zustand sei; während gemeines Eisen noch erdige Theile enthalte, sollte nach ihnen Stahl mit Phlogiston gesättigt sein. Réaumur (1722) betrachtete das Schmiedeeisen als den Uebergang von Gußeisen zu Stahl bildend, Gußeisen führe noch viele unmetallische, schlackige und schweflige Theile bei sich. Schmiedeeisen sei von diesen freier, aber enthalte noch Eisenkalk, Stahl sei dagegen völlig metallisches Eisen. Brandt äußerte sich 1751 dahin, der Stahl enthalte mehr brennbare Bestandtheile, als das Schmiedeeisen. Bergman fand im Gußeisen mehr Graphit, als im Stahl und in diesem mehr, als in dem Schmiedeeisen. Bergman erklärte diesen Graphit jedoch nicht geradezu für Kohle, sondern betrachtete ihn als eine brennbare Verbindung, aus Luftsäure und Phlogiston bestehend. Gußeisen läßt sich, nach ihm, in Stahl durch Verminderung seines Gehalts an Graphit und Vermehrung seines Gehalts an Phlogiston, Schmiedeeisen umgekehrt überführen. Der Schwede Rinmann sprach sich in ähnlicher Weise über den Unterschied zwischen Stahl und Schmiedeeisen (1782) aus und hob auch hervor, daß Schmiedeeisen bereits eine vollkommen metallische Substanz ist. Dieses muß nach ihm, um in Stahl überzugehen, noch mehr Phlogiston aufnehmen, als für einen wirklich metallischen Zustand erforderlich ist; aber er erwähnte auch ausdrücklich, daß er unter Phlogiston nicht das gewöhnliche mit diesem Namen bezeichnete Element verstehe, sondern er meine damit, was man sonst Plumbago (Graphit oder Reißblei) nenne. Nach Monge, Vandermonde und Berthollet enthält Gußeisen Kohle und Sauerstoff; die verschiedenen Arten entstehen, je nach der verschiedenen Menge beigemischter Kohle; Schmiedeeisen ist das reinste Eisen, hält aber noch etwas Kohle und sehr wenig Sauerstoff; Stahl ist durchaus metallisirtes (sauerstofffreies), aber kohlehaltiges Eisen. Auch Guyton de Morveau gelangte zu eben denselben Schlüssen; Kirwan dagegen bestritt 1787, daß die Kohle einen so compacten Körper, wie Eisen bei der Stahlbereitung durchdringen könne, wurde aber durch Monge 1788 widerlegt. — Das Schmiedeeisen wurde nun bald als sauerstofffrei betrachtet, aber im Gußeisen nahmen Manche noch im Anfang dieses Jahrhunderts einen Gehalt an Sauerstoff an.

Der indische Stahl war schon den Alten bekannt und 1795 als *Wootz* bezeichnet; Faraday und Stodart schrieben seine ausgezeichneten Eigenschaften einem Gehalt an Alumium zu. Obgleich schon früh Verbindungen des Eisens mit Sauerstoff bekannt waren, so spät wurden auf der andern Seite erst die einzelnen Oxydationsstufen dieses Metalls genauer unterschieden und bestimmt. Eisenrost soll bereits von Aeskulap (im sechzehnten Jahrhundert vor Christi) in der Heilkunde angewandt worden sein; bei Dioscorides wird außerdem auch

σκαρία σιδήρου (Hammer Schlag?) als ein ähnliches, aber weniger wirksames Mittel wie der Eisenrost erwähnt; auch *αιματίτης*, Blutstein wird schon von Dioscorides angeführt; denn dieser erwähnt, daß man den Blutstein auch durch Brennen (Glühen) des Magnetsteins bereite, und bei dem Magnet erinnert er abermals, daß Einige den geglühten für Blutstein verkauften.

Auch Plinius gedenkt in gleichem Sinne des Eisenrostes, des Hammer Schlages (*squamae ferri* *) und des Magnets. Der Magnet selbst wurde nach ihm manchmal auch *sideritis***), Eisenstein, genannt, und als eine Abart des Magnets wird Blutstein angeführt, wobei er bemerkt, er habe nicht dieselbe Wirkung auf das Eisen, wie der erste; auch spricht sich Plinius noch über die Anziehung des Eisens auf den Magnet und darüber aus, daß sich diese anziehende Kraft auf das Eisen übertragen läßt***). Ja sogar deutet Plinius auf einzelne Beobachtungen über die Anziehung zweier Magnete und über die Abstoßung von (magnetisirtem) Eisen durch den Magnet hin, aber der Bericht darüber ist unvollständig und daher nicht klar.

Rothes oder gelbes Eisenoxyd wurde bei den abendländischen Chemikern gewöhnlich als *crocus martis* bezeichnet; dieser Name kommt auch in den lateinischen Uebersetzungen von Geber's Schriften†) vor. Die schwarzen Verbindungen von Eisen mit Sauerstoff wurden seit 1735 als *aethiops martis* bezeichnet; in diesem Jahre beschrieb aber auch unter diesem Namen L. Lémery die Verbindung, welche aus Eisenfeile und Wasser an der Luft entsteht.

Vasilius Valentinus weist auf die Bereitung des *crocus martis* durch Glühen des Metalls hin. Libavius beschreibt in seiner *Alchymia* viele Darstellungsweisen jenes Präparats. — Zwelffer lehrte im Jahre 1652 den nach ihm benannten *crocus martis* durch Glühen mit Salpeter und Auslaugen bereiten. — Colcothar findet bei Vasilius Valentinus in seiner „Wiederholung von dem großen Steine der uralten Weisen“ Erwähnung. Die verschiedenen Oxydationsstufen des Eisens wurden lange Zeit hindurch nicht nach ihrer Zusammensetzung, sondern nach ihrer medicinischen Mischung unterschieden; jedoch nahmen schon die Anhänger der phlogistischen Theorie an, der Eisenkalk könne sich in verschiedenen Verhältnissen mit Phlogiston verbinden. Scheele zeigte 1777, daß der Niederschlag aus Eisenvitriollösung in kaustischem Alkali in lufthaltigem Wasser oder an der Luft zu *Crocus martis* wird und daß dabei Sauerstoff verschwindet. Lavoisier machte in seiner Abhandlung über die Verbindung des Sauerstoffs mit dem Eisen für 1782 einen Unterschied zwischen zwei Oxydationsstufen dieses Metalls, dem *Aethiops* und dem Ocker, indem er sagte, als ersterer sei er in der schwefelsauren Lösung, als letzterer in der mit Salpetersäure in der Wärme bearbeiteten enthalten; jedoch waren die Angaben über den Sauerstoffgehalt der Oxyde sehr schwankend. Im Anfang dieses Jahrhunderts herrschte große Verschiedenheit in den Ansichten über die Zahl der Oxydationsstufen des

*) Hist. nat. Lib. 34. Cap. 46. **) Lib. 36. Cap. 25. ***) Lib. 34. Cap. 42.

†) S. S. 21. u. Avic. u. Gebri Opera edit. 1572. de inv. p. 483.

Eisens. Proust nahm zwei als eigenthümliche: das Eisenoxyd und das Eisenoxydul an, und betrachtete die außerdem anderweitig angenommenen als Verbindungen oder Mengungen der angeführten. Gay-Lussac nahm 1811 außer dem Eisenoxyd und Eisenoxydul noch eine intermediäre Verbindung als eine selbständige an; die heutigen Ansichten wurden durch Berzelius begründet.

Obgleich die Eisensäure durch Frémy erst 1840 entdeckt wurde, so liegen doch schon aus früherer Zeit Beobachtungen vor, welche auf die Bildung einer intensiv gefärbten Verbindung mit Kali hindeuteten; denn Stahl bemerkt schon im Jahr 1702, daß Alkali das Eisen löse, wenn dieses mit Salpeter verbrannt werde. Zu Anfang dieses Jahrhunderts erschien ferner in den Abhandlungen der Stockholmer Akademie eine Arbeit von Tschernberg über die Pyriterde, in welcher von dem Verhalten des Gadolinit bei dem Glühen mit Kali die Rede ist und bemerkt wird, daß man aus der dabei sich zeigenden Färbung nicht unbedingt auf einen Gehalt an Mangan zu schließen habe.

Das in der Natur vorkommende Schwefeleisen wurde von den Alten sehr viel mit Kupferkies verwechselt; man scheint die Ausdrücke πυρίτης, pyrites, Feuerstein, für Eisenties gebraucht zu haben; Plinius*) unterscheidet freilich mehrere Arten von Pyrites. Sowie dieser Schriftsteller anführt, sollen Einige die Steinart, aus welcher Mühlsteine verfertigt werden, Pyrites genannt haben, weil sie viel Feuer gebe; ein anderes Mineral, mit demselben Namen belegt, sollte dem Erz ähnlich sein. Dioskorides sagt, daß der Pyrites eine Steinart sei, aus welcher Erz (Kupfer) dargestellt würde. Von Agricola wurden Eisen- und Kupferkies nur als Varietäten eines und desselben Minerals, aber doch in Rücksicht auf die Producte, die man daraus erhalten kann (Kupfer- oder Eisenvitriol) unterschieden. Eisenvitriol scheint den Alten nur in unreinem Zustande bekannt gewesen zu sein; wahrscheinlich bestand er wohl zum größten Theil in dem, was die Römer atramentum sutorium nannten**), aber dieses wurde von dem Kupfervitriol nicht unterschieden. Ueberdies verwechselte man vielfältig eisenvitriolhaltige und alaunhaltige Salze mit einander. Plinius erwähnt, daß das atramentum sutorium eine bläuliche Farbe besitze und aus natürlich vorkommendem Wasser durch Abdampfen erhalten werde, wiewohl jenes Product auch von mehr blasser Farbe künstlich dargestellt werde. — Das atramentum sutorium wurde in der Arzneikunde und auch zum Schwärzen des Leders benutzt.

Geber***) spricht von einem vitriolum rubificatum, welches gerösteter Eisenvitriol gewesen zu sein scheint. Albertus Magnus gedenkt mit Bestimmtheit des grünen Vitriols, aber über die Art der Darstellung wird Nichts angeführt. Basilus Valentinus lehrt in seinem „Traktat von natürlichen und übernatürlichen Dingen“, grünen Vitriol darstellen: „Nimm oleum vitrioli, sowie darin martem, mache einen Vitriol daraus.“ Er lehrt ferner Schwefeleisen und daraus

*) Hist. nat. Lib. 36. C. 30. **) S. Plin. Hist. nat. Lib. 34. C. 27 u. 32. (p. 417).

*** Geber de investig. p. 482. edit. 1572.

Bitriol bereiten. Agricola erwähnt, daß Pyrites durch Verwittern Eisenvitriol liefere, und von solchem, der erst geröstet werde, damit er dann zu Bitriol verwittere. Lémery (1675) lehrte, die Reinheit des Eisenvitriols prüfen. Ebenfalls wurde durch denselben bekannt, daß Schwefel und Eisenfeile in Berührung mit Wasser sich stark erhitzen. Ueber die Umwandlung des verwitternden Eisens in Eisenvitriol wurden sehr verschiedene Ansichten ausgesprochen, so z. B. war Kunkel (1725) der Ansicht, daß die Luft dem Kies salzige oder saure Theile liefere, wodurch er in Bitriol sich umwandle. Brandt sprach 1741 seine Ansicht dahin aus, daß der geröstete oder verwitternde Eisens Kies aus der Luft nur Feuchtigkeit anziehe, um in Bitriol überzugehen. Lavoisier that aber 1777 dar, daß der Schwefels Kies bei dem Verwittern Sauerstoff absorbiert.

Das wässerige Eisenchlorid kannte schon Glauber; denn er lehrte 1648 Oleum martis bereiten; nach ihm soll man Eisen in Salzsäure lösen und in einem Kolben abdampfen, worauf eine Masse zurückbleibt, welche so hitzig als ein Feuer auf der Zunge ist. Er sagt ferner: „Wenn man solche rothe massam, ehe sie in ein oleum zerfloßen, in ein oleum arenae vel silicium (kieselsaures Kali) leget, so wächst in einer oder in zwei Stunden ein Baum daraus mit Wurzeln, Stamm, vielen Aesten und Zweigen, wunderbarlich anzusehen.“ Diese Vegetation wurde Glauber's Eisenbaum genannt. Die Auflösung des Eisenchlorids in Weingeist bildete während des vorigen Jahrhunderts ein Geheimmittel, welches großes Aufsehen erregte und dessen Vereitung viele Chemiker zu ermitteln suchten. — Ein russischer General, Namens Bestuscheff-Kumin, stellte jenes Heilmittel zuerst um 1725 dar.

Dieses Mittel wurde Bestuscheff'sche Nerventinctur genannt, und nachdem die Vereitung durch einen Gehülfsen einem französischen Offizier Lamotte verrathen worden war, wurde die Tinctur als „Lamotte's Goldtropfen“ bezeichnet.

Der sog. Eisensalmiak oder eisenchloridhaltige Salmiak scheint schon Basilus Valentinus bekannt gewesen zu sein.

Die Literatur des Eisens in den letzten Decennien ist so aufgewachsen, daß eine große Anzahl von Chemikern aufgezählt werden müßte, wie hier nicht erwartet werden darf.

Nickel (Ni).

Unter den Nickelverbindungen lernte man zuerst den KupfERNickel, welcher von Hiärne 1694 erwähnt wird, kennen. Man hielt denselben wegen seiner, der des Kupfers ähnlichen Farbe für Kupfer; da aber sämtliche Bemühungen, dieses Metall aus jenem neu entdeckten Mineral zu gewinnen, vergeblich waren, so wurde demselben der Name Nickel (ein altd deutsches Schimpfwort) beigelegt. Trotzdem aber, daß Kupfer aus dem KupfERNickel nicht gewonnen werden konnte, wurde ihm von Seiten der Metallurgen und Mineralogen dennoch lange gehuldigt. Linck erklärte, der KupfERNickel sei ein Kobalterz, dem Kupfer beigemischt; Linné hielt es für Kupfer, das durch Arsenik vererzt sei. Wallerius bezeichnete den

Kupfernickel als kupferrothes Kobalterz, welches aus Kobalt, Eisen und Arsenik bestehe.

Cronstedt entdeckte 1751 eine Erzart, welche nach ihm Eisen und Kobalt und ein neues Halbmetall enthalte, welches letztere in Scheidewasser aufgelöst mit fixem Alkali einen weißlich grünen Niederschlag gebe, der kein Kupfer enthalte. Cronstedt nannte dieses Metall, welches nach ihm am reichlichsten im Kupfernickel vorkomme, nach dem Mineral „Nickel“. Er fand in dem Kupfernickel von Freiberg Arsenik, Nickel, Schwefel und Eisen und that auch dar, daß die sogenannte Kobaltspeise, welche bei der Smalte-Bereitung am Boden der Glashafen sich absetzt, zum größten Antheil aus Nickel bestehe und mit Kobalt Eisen, Schwefel und Arsenik vereinigt, ein verbrannter Kobalt sei, der seine Seele verloren habe.

Obgleich Cronstedt's Ansicht von vielen Chemikern angenommen wurde, so behaupteten doch Andere wiederum, daß Kupfer im Kupfernickel enthalten sei, so sprach z. B. Sage 1772 die Ansicht aus, daß der Kupfernickel aus Eisen, Kupfer, Kobalt und Arsenik bestehe und Monnet meinte bestimmt, 1775, daß das was man als Kobaltmetall und Nickelmetall betrachte, im Wesentlichen ein und dasselbe Metall sei; er hielt es nämlich für Kobalt, der mit Eisen und Arsenik vereinigt sei. Im Jahr 1775 veröffentlichte Bergman eine Arbeit, durch welche dargethan wurde, daß Cronstedt das regulinische Metall nur in sehr unreinem Zustande erhalten habe; auch hielt Bergman das Metall für eisenhaltig, weil es vom Magnet angezogen würde, indessen erklärte sich Bergman schließlich für die Ansicht, daß es als ein dem Eisen ähnliches Metall betrachtet werden müsse.

Engeström ermittelte 1776, daß die in China zur Anfertigung von Geräthschaften gebräuchliche Metalllegirung, welche unter dem Namen „Paßfong“ (Paß-Fong) ausgeführt wurde, aus Kupfer, Nickel und Zink bestehe, und um die Mitte des vorigen Jahrhunderts verarbeitete man bei Suhl, auf dem Thüringerwalde, eine weiße Legirung, unter dem Namen: „Weißkupfer“, die man aus alten zu Kupferhütten gehörigen Schlacken darstellte, und von welcher 1823 ausfindig gemacht wurde, daß sie aus Kupfer, Nickel und Zink bestehe. Diese Legirung wurde zu Gewehrgarnituren verwendet und vor etwa 34 Jahren wurde eine solche Legirung unter dem Namen: „Argentan oder Neusilber“ von Schneeberg aus in den Handel gebracht.

Berzelius, Wöhler, Francois, Böttger, Liebig, Anthon, Rammelsberg, Frémy und Andere haben das Nickel und dessen Verbindungen mit sehr günstigem Erfolge studirt.

K o b a l t (Co).

Dieser Ausdruck war schon im 15. Jahrhundert in der bergmännischen Sprache üblich. Sowohl Basilius Valentinus gedenkt desselben, als auch Paracelsus und Agricola machen davon Gebrauch. Man verstand darunter eine Art von Berggeistern als auch auf der anderen Seite eine Art von Mine-

ralien. Agricola gebraucht das Wort „Kobalt“ schon für ein Mineral, während der Name „Kobolt oder Kobold“ für gewisse Berggeister angewendet wurde. Agricola zählte indessen das als Kobalt bezeichnete Mineral im Allgemeinen zu dem Galmei, aber eine deutliche Beschreibung ist von ihm nicht überliefert worden; ebensowenig läßt sich mit Sicherheit enträthseln, was Paracelsus unter Kobalt verstand. Dieser Mann sagt z. B.: „Es wird ein Metall aus den Kobalten, derselbig läßt sich gießen, fließt wie der Zink, hat eine besondere schwarze Farb, über blei und eisen, gar mit kein glanz oder metallischer schein, läßt sich schlagen, hämmern, doch nicht so viel, daß er möchte zu etwas gebraucht werden.“

Seit jener Zeit kommt das Wort: „Kobalt“ in mineralogischen Schriften häufiger vor, obgleich der Begriff, welchen man damit verband, lange Zeit sehr unbestimmt war; man scheint vielmehr allgemein damit Mineralien bezeichnet zu haben, aus denen kein nutzbares Metall sich darstellen ließ, so daß der Name „Kobalt“ gleichsam ein täuschendes Erz bedeutete; später aber legte man diesen Namen denjenigen Erzen bei, welche das Glas blau färben und erkannten auch in ihnen einen besonderen metallischen Grundstoff.

Dav y wies in einem antiken blauen Glase Kobalt nach, so daß demnach dieses Element schon im Alterthum bekannt gewesen zu sein scheint, wenn auch diese Kenntniß sehr beschränkt gewesen sein mag.

Denn die besondere Wirkung der Kobalterze auf Glas wurde mit Bestimmtheit erst in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts entdeckt und zwar soll dies durch einen Glasmacher Christoph Schürer im Erzgebirge geschehen sein. Das durch Schürer erzielte blaue Glas wurde zuerst von Töpfern benutzt, wurde aber alsbald als Handelswaare nach Holland ausgeführt, wo man auch solches und daraus gemahlene blaue Farbe bereitete, zu deren Vereitung gerösteter Kobalt aus Sachsen bezogen wurde. Dieses geröstete und mit Sand gemengte Kobalterz wurde bald mit verschiedenen Namen bezeichnet, nämlich Zaffer, Safflor und sogar Safran genannt, von denen die ersteren Namen wahrscheinlich aus „Sapphir“ entstanden sind. Uebrigens scheint man bis gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts nicht gewußt zu haben, woraus jene Handelswaare besteht.

Georg Brandt, Vorsteher des chemischen Laboratorii zu Stockholm, (geboren 1694, gestorben 1768), behauptete zuerst, daß die blaufärbende Wirkung der Erze, welche zur Darstellung des Zaffer's angewendet wurden, von einem darin enthaltenen eigenthümlichen Metall herrühre; er spricht auch von einem dahin gehörigen Kobaltkönig und führt an, daß der metallische Antheil der Kobalterze, wie man vielfach bis dahin geglaubt hatte, sei kein Wismuth; denn die Lösung des Wismuths in Scheidewasser oder Königswasser werde schon durch reines Wasser weiß gefällt, während das bei der Kobaltlösung nicht der Fall sei, mit welcher flüchtiges Laugensalz einen rothen Niederschlag liefere.

Man kannte ferner bis dahin nur das Vorkommen des Kobalts in Verbindung mit Arsenik, aber Brandt wies nach, daß es auch arsenikfrei (als Kobaltfies) vorkomme.

Brandt bestätigte auch die große Strengflüssigkeit des Kobaltmetalls, dessen Magnetismus er auch behauptete; er widerlegte ferner, daß die Färbung der Smalte von Eisen und Arsenit herrühre. Dennoch zollten Viele einer von Mien (1783) aus veröffentlichten Nachricht, daß man aus Kobalt, Eisen und Arsenit Smalte bereite, völligen Glauben. Bergman bestätigte indessen die Eigenthümlichkeit des Kobaltmetalls schon im Jahr 1780, aber die bestimmte Feststellung der Oxydationsstufen des Kobalts, obgleich viele Chemiker zuvor sich damit beschäftigten, gehört erst der neueren Zeit an. Es mag hier nur Erwähnung finden, daß 1798 von Seiten Brugnatelli's die Existenz einer besonderen Kobaltsäure in dem Puffer behauptet wurde. Was die sogenannte sympathetische Tinte betrifft, so mag bemerkt werden, daß man früher jede Feuchtigkeitsdarunter verstand, mit welcher man unsichtbare Schriftzüge zeichnen könne, die nach Belieben durch chemische Kunstgriffe sich gefärbt hervorrufen lassen; so z. B. soll man schon frühzeitig Schriftzüge, mittelst essigsauren Bleioxyds erzeugt, durch ein Decoct von Auripigment und Kalk geschwärzt haben. Ferner führte Homberg 1698 auch Gold- und Zinnlösung, Spießganzlösung und antimonialische Schwefelleber, sowie auch geistige Rosentinctur und verdünnte Vitriolsäure als sympathetische Tinten an. Die aus dem Kobalt entstehenden sympathetischen Tinten, welche durch Erwärmung sichtbar werden, finden zuerst in einer alchemistischen Schrift, wie angenommen, von Jacob Waits verfaßt, Erwähnung. Uebrigens glaubten die späteren Chemiker stets, daß Wismuth das Mittel zur Herstellung der sympathetischen Tinte sei, bis dann endlich Joh. Alb. Gesner 1744 darthat, daß nicht Wismuth, sondern Kobalt die sympathetische Tinte liefere. Lampadius, Hermstädt, Thénard, Wöhler waren es unter Anderen, welche über die Kobaltverbindungen größere Aufklärung verschafften.

U r a n (Uranium; U).

Das Uran, welches gegenwärtig als ein etwas hämmerbares, hartes, aber durch Stahl ritzbare Metall von einer der des Nickel oder Eisens ähnlichen Farbe bekannt ist, wurde im Jahre 1789 durch Klaproth in der Pechblende und dem Uranglimmer entdeckt (Klaproth's Beiträge 2. 197; auch Crell's Ann. 1789, 2. 387).

Bis zum Jahr 1841 hielt man das durch Weißglühen des grünen Oxyds mit Kohle, sowie nach anderen Methoden erzielte Oxydul für das regulinische Metall. Peligot klärte jedoch in dem genannten Jahre diesen Irrthum auf, indem er das reine Metall zuerst darstellte (Peligot, Compt. rend. 1841. 735; auch Journal für praktische Chemie 23. 494. — Journal de Pharmacie 27. 525; auch Ann. der Chemie und Pharmacie 41. 141; auch J. pr. Chemie 24. 442. — N. Ann. Chim. Phys. 5. 5; endlich auch Ann. Pharm. 43. 255).

Werner hielt das Uranpecherz, welches zuvor als ein Zinkerz angesehen worden war, für ein Eisenerz, während Andere es als Wolframhaltig betrachteten, bis

denn Klaproth das besondere Metall erkannte und demselben, nach dem 1781 von Herschel entdeckten Planeten, den Namen Uranus beilegte. Nach Klaproth bis zu Peligot beschäftigten sich mit dem Uran namentlich folgende Chemiker: Richter (Uraniumkönig N. Gegenst. d. Chem. 1, 1; 9, 36. — 36 — Uranoxyd. N. Gehl. 4, 402.) Buchholz (Beiträge 1, 62; N. Gehl. 4, 17 u. 34.) Lecanu u. Serbat. (J. Pharm. 9, 141; auch Schw. 44, 35.) Laugier (J. Pharm. 9, 145; auch Schw. 44, 40.) Lecanu (J. Pharm. 11, 270.) Laugier u. Boudet (J. Pharm. 11, 286.) Arfvedson (Pogg. 1, 245; auch Schw. 44, 8.) Berzelius (Pogg. 1, 245; auch Schw. 44, 191. — Jahresber. 12, 116.) Brande (Quart. J. of Sc. 14, 86; auch Schw. 44, 1.)

Nach Peligot wandten sich vorzugsweise zunächst Chemiker (N. Ann. Chim. Phys. 5, 189; auch Ann. Pharm. 43, 286 und J. pr. Chem. 27, 385.) Rammelsberg (Pogg. 55, 318; 56, 125; 59, 1.) Wertheim (J. pr. Chem. 29, 209.) G. Rose (Pogg. 48, 555.) Malaguti (Comp. rend. 16, 1851.) Berzoz (Ann. Chim. Phys. 58, 202.) Wittstein (Repertorium 63, 231.) Werther und Andere den Untersuchungen diesen Elementes zu.

Kupfer (Cu).

Dieses schätzbare Metall war schon den Israeliten bekannt, und nach Moses soll Tubalkain schon vor der Sündfluth im Bearbeiten des Erzes (öftere Bezeichnung des Kupfers) geschickt gewesen sein.

Das Kupfer ist jedenfalls früh bearbeitet worden, wofür schon Antiquitäten sprechen, welche bis auf unsere Zeit sich erhalten haben. Auch Isidor äußert zu Anfang des 7. Jahrhunderts, daß der Gebrauch des Kupfers bei den Alten früher, als der des Eisens, bekannt gewesen sei.

Die Ausdrücke *χαλός* und *aes* bedeuten sowohl Kupfer als Messing; jedenfalls aber gingen beide Bezeichnungen früher auf Kupfer, als auf Messing, da die Bereitung des letzteren die Kenntniß des Kupfers voraussetzte. Plinius sagt*): *aes fit e lapide aereo, quem vocant cadmiam*, was auf Messing sich zu beziehen scheint, und alsdann: *fit et ex alio lapide, quem chalcitem vocant in Cypro, ubi prima fuit aeris inventio*, was wohl auf Kupfer hindeutet. Das Kupfer nannten die Römer *aes cyprium***), später nur *cyprium*, woraus schließlich *cuprum* entstand. Die Griechen sollen die Entdeckung des Kupfers einer anderen Gegend zugeschrieben haben, denn Solinus gibt an, daß zu Chalcis auf Euboea zuerst Kupfer gefunden worden sei, daher denn auch die griechische Bezeichnung *χαλός* (für Kupfer und Erz) stammen soll.

Aus der späteren Zeit ist sehr wenig über Kupfer anzugeben. Geber macht in seiner *Summa perfectionis magisterii* darauf aufmerksam, daß das Kupfer von sauren Flüssigkeiten leicht angegriffen werde.

*) S. Hist. nat. Lib. 34. Cap. 2. (ster. Bd. 4. p. 388).

**) S. ibid. Bd. 34. Cap. 22. 23. 28 u. a. St.; auch C. 29. (*chalcitem vocant lapidem ex quo ipsum aes coquitur*.)

Winterl gab 1787 an, einen Kupferkalk in Nidel und Reißblei zerlegt zu haben, und eben derselbe Chemiker 1789 behauptete, das Kupfer bestehe aus Nidel, Reißblei, Kiesel-erde und einem flüchtigen Stoffe. — Ueber Cementkupfer spricht zuerst Basilius Valentinus, indem er sagt: „Das Cement oder Laugen zu Schmölz in Ungarn, das zerfrißt das Eisen zu Schlich, und so man denselben Eisenschlich aus dem Trog wieder herausnimmt, so ist es gut ♀“ (Kupfer). Einen Gehalt der Pflanzenasche an Kupfer hat zuerst Buchholz (1816) angegeben.

In Betreff der Eigenschaften des Kupfers wurden früh die Färbung, welche es verkalft dem Glase mittheilt, die blaue Färbung, welche Salmiakgeist davon erhält, und die Präcipitation durch Eisen erkannt.

Theophrast (300 v. Chr.) nennt ein solches Glas besonders ausgezeichnet, welches dem Kupfer zugemischt sei, weil es dann eine Verschiedenheit in der Farbe habe. Diodor, im 1. Jahrhundert vor Chr., führt an, daß in den Kupferschmieden Smaragde angefertigt würden, auch Plinius erwähnt, daß das Glas mit einem Zusatz von Kupfer bereitet werde; die Massen*), welche da entstehen, seien colore pingui nigricantes, und sie werden dann wieder zerschmolzen und gefärbt; die Analyse antiker Gläser hat ermittelt, daß eine solche Färbung mit Kupfer geschah. Die ersten Alchemisten sprechen indessen sehr dunkel davon, daß Glas durch Kupfer grün gefärbt werden kann. Im 16. Jahrhundert wurde die Anwendung des Kupferkalks zur grünen Färbung des Glases von Allen gelehrt, die über die Edelsteine schrieben. Rothtes Glas mittelst Kupferoxydul färbten die Alten gleichfalls. Plinius bespricht**) ein rubens vitrum atque non translucens, haematinon (blutroth) appellatum, welches ein so zubereitetes Glas gewesen zu sein scheint. Auch ist in antikem rothen Glase der Gehalt an Kupfer durch die Analyse nachgewiesen worden und hatte man auch schon einen Zusatz von Eisen als möglich erkannt. Zu Anfang des 17. Jahrhunderts lehrte man Kupfer calciniren, um mittelst desselben Glas roth zu färben; auch schrieb man vor, Eisenfeile, Eisenhammerschlag und andere desoxydirende Substanzen zuzusetzen, damit die rothe Farbe schön erscheine. Kunkel sagt: „Man setze den (mit Alkali) geschmolzenen Kieselaußen nur ♀ (Kupfer) zu und lasse sie mit dem Sale Tartari schmelzen, so wird man finden, daß dieses sogenannte Vitrum eine Röthe an sich nimmt.“ Später gerieth die Kunst, mittelst Kupferoxydul Glas zu bereiten, fast ganz in Vergessenheit; nur einige Künstler berichteten, daß sie rothes Glas auch ohne Goldpurpur bereiten könnten, und der Metallurg und Mineralog Ferber theilte 1773 in seinen „Briefen aus Wälschland“ mit, die schönsten rothen Stifte zu Mosaisarbeiten habe früher zu Rom nur ein Künstler, Namens Mathioli, und zwar aus einer Kupferschlacke, darstellen können, aber im Allgemeinen betrachtete man die Kunst, rothes Glas ohne Zusatz von Gold hervorzubringen, als verloren gegangen. Erst im Jahr 1828, als Engelhardt ein Verfahren veröffentlichte,

*) S. Hist. nat. Lib. 36. Cap. 66. Continuis fornacibus, ut eas, liquatur, massaeque fiunt colore pingui nigricantes.

**) ibid. Hist. nat. Lib. 36. Cap. 67. Bd. 5. p. 94.

Glas mittelst Kupferoxydul roth zu färben, ist der Gegenstand wieder aufgenommen und allgemein bekannt geworden. Basilus Valentinus erwähnt die Fällung des Kupfers durch Eisen und betrachtet den Vorgang als auf einer wahren Metall-Verwandlung beruhend, und derartige Ansichten, daß gewisse Wasser, in denen man einen Gehalt an Kupfer nicht kannte oder leugnete, das Vermögen haben, Eisen in Kupfer zu verwandeln, erhielten sich sehr lange.

Denn Paracelsus führt in seinem Tractat als einen Beweis für die Möglichkeit der Verwandlung der Metalle an, daß bei Zips in Ungarn Brunnwasser Eisen in Kupfer verwandele. Libavius sah die Verwandlung des Eisens in Kupfer für eine ganz ähnliche Sache an, wie die Verwandlung des Eisens in Stahl. 1690 führte der damalige Helmstädter Professor der Chemie Stisser die Bildung des Cementkupfers als einen Beweis für die Möglichkeit der Verwandlung an, woraus sich ergibt, daß die richtige Auffassung des Vorganges langsam angenommen wurde. Uebrigens zeigte auch Boyle, daß Kupfer aus seinen Lösungen durch Zink und durch Eisen metallisch gefällt werde und erklärte den Vorgang dahin, daß das Auflösungsmittel hier ein aufgelöstes Metall hinterlasse, um das fällende aufzunehmen.

Hinsichtlich der blauen Färbung des Kupfers durch Ammoniak verdient Erwähnung, daß schon im Alterthum die Färbung von Körpern, welche flüchtiges Laugensalz enthielten, wahrgenommen wurde.

Denn Dioskorides sagt von dem als *ίός* (Grünspan) bezeichneten Körper, welcher Name mehren sehr verschiedenen Kupferverbindungen beigelegt wurde, daß derselbe auch wirksamer sei und von schöner Farbe, wenn er aus Kupfer, altem Wein und Essig bereitet sei. Libavius theilte die erste bestimmte Beobachtung über die blaue Färbung des Kupfers mit, indem er sagt: Kalkwasser, worin Salmiak gelöst sei, färbe sich in Berührung mit Messing blau, und auf die Löslichkeit des Kupfers in flüchtigem Laugensalz machte Boyle aufmerksam; ferner theilte Glauber mit: „wenn man calcem Veneris*), welcher auch durch Ausglühen und Ablöschen gemacht, mit spiritus urinae übergießt, zeugt er in einer Stund eine schöne blaue Farbe daraus“ und gab auch an, die gesättigte Lösung setze an einem kalten Orte einen himmelblauen Vitriol ab, „welcher in kleiner Dosi starke Vomitus machet.“ Boyle, welcher die Beobachtung gemacht hatte, daß bei der Auflösung des Kupfers in Ammoniak zu einer blauen Flüssigkeit Luft absorbirt wird, gab 1675 an, daß eine farblose Auflösung des Kupfers in Salmiakgeist sich an der Luft blau färbt.

Die Oxydation des Kupfers durch Glühen ist seit langer Zeit in Anwendung; denn Dioskorides sagt schon, daß gebranntes Kupfer, *καυμένος χαλκός* gut sei, wenn es roth sei und bei dem Reiben ein zinnoberrothes Pulver gebe, das schwarze Kupfer sei hingegen zu stark gebrannt. Es werde aus alten Schiffsnägeln bereitet, und zwar brennen es Einige in einem irdenen Geschirr mit Schwefel

*) S. auch Gebri de investig. perf. de praeparat Veneris (p. 491).

und Salz geschichtet, Andere mit Alaun, Andere ohne allen Zusatz, aber sehr lange; Einige brennen es auch, nachdem sie es mit Essig befeuchtet haben. Ferner sagt er, der Kupferhammerschlag werde bereitet, indem man auf glühendes (eben ausgeschmolzenes) Kupfer Wasser gieße; durch die plötzliche Verdichtung und Zusammenziehung werde Kupferblüthe gleichsam ausgespien und blühe wieder. Von diesem bei rascher Abkühlung des glühenden Kupfers sich ablösenden Kupferhammerschlag wird von Dioskorides der bei dem Hämmern des Kupfers abfallende als *λεπίς χαλκοῦ* unterschieden, welcher aus den Kupferschmieden von Cypern komme; gut sei dagegen derjenige, welcher roth sei und mit Essig angefeuchtet Grünspan gebe.

Es wird zwar bei mehreren Chemikern des phlogistischen Zeitalters von mehr oder minder veralktem Kupfer gesprochen, aber ohne daß in ihren Aussagen ein Beweis für die Kenntniß verschiedener Oxydationsstufen liegt. Erst Proust zeigte, daß außer dem schwarzen Kupferoxyd, welches in den gewöhnlichen Kupferoxydsalzen enthalten ist, noch eine niedrigere Oxydationsstufe dieses Metalls existire; er fand diese bei den Untersuchungen über das Zinn, welche (1798 und 1799 in verschiedenen Auszügen) 1800 veröffentlicht wurden. Indem er Zinnchlorür auf schwefelsaures, salpetersaures, salzsaures, essigsaures oder kohlensaures Kupferoxyd einwirken ließ, erhielt er Kupferchlorür, und erkannte, daß dieser Körper, als salzsaures Kupfer betrachtet, ein neues Oxyd des Kupfers von niedrigerem Sauerstoffgehalt einschließe. Dieses neue Oxyd lehrte er durch Erhitzen des Kupferchlorürs mit Kali darstellen, und entdeckte an ihm, daß es in Berührung mit Schwefelsäure oder Salpetersäure in höheres Oxyd und metallisches Kupfer zerfällt, und daß seine Auflösung in Ammoniak farblos ist und an der Luft durch Bildung eines hohen Oxyds sich bläut. — Als natürlich vorhandenes Kupferoxydul erkannte Chevreux 1802 das Rothkupfererz aus Cornwall, und Laproth 1807 das aus Sibirien, und Sage beschrieb schon 1778 Krystalle von rothem Kupferkalke, welche sich an den Bruchstücken einer unter Wasser gefundenen kupfernen Statue gebildet hatten.

Proust (1799) erkannte, daß die grünen Niederschläge, welche man bei einer vollkommenen Fällung von Kupferoxydsalzen mit Kali erhält, basische Salze sind, und er behauptete bereits, daß der blaue Niederschlag, welcher bei vollständiger Fällung entsteht, Kupferoxydhydrat sei, wiewohl dieses von Berthollet 1803 bestritten wurde, da dieser Chemiker der Ansicht war, daß auch der blaue Niederschlag ein basisches Salz sei.

Ueber die sogen. Chrysocolla (*χρυσός*, Gold, *κολλάω*, ich verbinde) der Alten mag hier bemerkt werden, daß dieselben unter dieser Bezeichnung die verschiedenartigsten Körper zusammenfaßten, wiewohl ursprünglich mit diesem Namen eine Substanz belegt wurde, welche bei dem Löthen des Goldes angewandt wurde, und auch einen Körper bedeutete, welcher aus Urin bereitet wurde. Die eigentliche Chrysocolla wird bei Dioskorides als Grünspan (*ίός*) bezeichnet. Plinius berichtet*) Chrysocolla sei eine Feuchtigkeit in den Erzgruben, welche durch die Kälte

*) Hist. nat. Lib. 33. Cap. 26. ster. Bd. 4. p. 370.

fast wie Bimsstein werde, bessere finde sich aber in den Kupfergruben, andere in Silber- und Bleigruben vor.

In Betreff des Schwefelkupfers mag erwähnt werden, daß Geber sich schon mit der Einwirkung des Schwefels beschäftigt zu haben scheint; denn er führt an, daß Schwefel Kupfer goldgelb färbt. Der Kupferkies soll indessen schon lange vor ihm zur Darstellung des Kupfers angewandt worden sein.

Ob die Berichte, welche über Vitriol geliefert worden sind, lediglich auf Kupfervitriol sich beziehen, oder ob zum Theil auch Eisenvitriol damit gemeint ist, läßt sich nicht mit Sicherheit behaupten; freilich scheint der Ausdruck *χάλκανθον* (chalcanthum), welchen Dioskorides gebraucht, auf Kupfervitriol bezogen zu sein, wie es wenigstens die Etymologie des Namens wahrscheinlich macht, wonach das gemeinte Präparat in irgend einer Beziehung zu Kupfer stehen mußte. Dioskorides sagt, Chalcanthum sei zwar immer dasselbe, insofern es eine eingedickte Flüssigkeit sei, aber es existiren noch drei verschiedene Arten. Die eine Art entstehe aus der Feuchtigkeit, welche tropfenweise in einige Gruben sickere, und werde von denen, welche cyprische Bergwerke bearbeiten, Stalaktis genannt. Eine andere stehe wie ein Sumpf in Höhlen und gewinne Zusammenhang, wenn sie in ausgehöhlte Behälter gebracht worden sei. Die dritte, welche man als gesottenes Chalcanthum bezeichne, werde in Spanien bereitet und sei zwar von schöner Farbe, aber schwach an medicinischen Kräften; man siede die Auflösung und lasse sie dann in Behältern stehen; das Chalcanthum werde hier fest und man theile es in würfliche Stücke, welche unter sich verwachsen seien. Für das Beste halte man, was blau, dicht, schwer und durchscheinend sei. Das gesottene, wahrscheinlich eisenhaltige, werde besser zum Schwarzfärben gehalten, besitze der Erfahrung gemäß, weniger Heilkräfte, unter denen namentlich die brechenenerregende Wirkung angeführt wird. — Plinius sagt*), die Griechen nennen Chalcanthum, was bei den Römern atramentum sutorium heiße. Es werde in Spanien aus Grubenwasser gesotten; die Flüssigkeit schöpfe man in hölzerne Behälter, in welche, von darüberliegenden Querkhölzern herab, durch Steine ausgespannte Stricke hängen, an welche das atramentum farbig sich anhänge. Es entstehe auf verschiedene Weise, indem man in eine Art von Erde Gruben mache, an deren Wandungen es im Winter als Stalaktiten sich anhänge, oder in Höhlungen von Gesteinen, durch den Einfluß des Regenwassers und der Kälte, oder es werde nach Art des Salzes bereitet durch die Sonnenhitze. Also gebe es zwei Arten, fossiles (aus dem vitriolhaltigen Wasser durch Kälte auskrySTALLISIRTES) und künstliches (durch Abdampfen gewonnenes). Je blasser es von Farbe sei, um so schlechter sei es; in der Heilkunst finde man vorzüglich das cyprische bewährt. Geber**) spricht von dem Vitriol aus Cypern, der wahrscheinlich blauer Vitriol gewesen ist; in seinen Uebersetzungen werden auch die Ausdrücke: *cuperosa* und *vitriolum Romanum* erwähnt.

Vasilius Valentinus spricht viel von einem blauen Vitriol, den er durch

*) Hist. nat. Lib. 34. Cap. 32. ster. p. 416 u. 417.

**) Gebri de investig. perf. Cap. IV. p. 482.

Umkrystallisiren reinigen lehrte, indem er angab, daß der in Ungarn gebrochene Vitriol um so ärmer an Farbe erscheine, je öfter derselbe solviret und coaguliret werde. Er sagt ferner; „Man nimmt guten ungarischen Vitriol und solviret ihn mit destillirtem Wasser, coaguliret ihn wieder, krystallisirt, repetitur quinquies et sic munde purgatur, alsdann seien die Salia, Maun und Niter davon geschieden.“ Basilus wußte übrigens auch von manchem Vitriol, daß das Kupfer darin präexistirt, und nicht erst durch chemische Mittel bei der Bearbeitung des Vitriols neu erzeugt wird; auch gibt er in einer seiner Schriften an; „Aus dem Goslarischen fossili Vietriol könne man ohne allen Zusatz Kupfer machen, aus dem man dann wieder einen Vitriol machen kann.“ Der blaue Vitriol wurde von Basilus als vitriolum commune und der Grünspan*) oft als vitriolum Veneris bezeichnet. Auch scheint Basilus Valentinus bekannt gewesen zu sein, daß aus Kupfer und Eisen ein gemischter Vitriol entstehen kann. Agricola beschreibt die Darstellung des Kupfervitriols bei der des Eisenvitriols und des Mauns, ohne die beiden ersteren als wesentlich verschieden anzusehen. Im Kleinen den Kupfervitriol darzustellen, lernte man jedoch erst später kennen; so schrieb z. B. van Helmont 1644 vor, Kupfer mit Schwefel stark zu erhitzen und mit Regenwasser zu behandeln, Glauber, Kupfer mit Schwefelsäure zu kochen und Stahl bemerkte in seiner Betrachtung von den Salzen (1723), daß aus salpetersaurer Kupferlösung, welcher Schwefelsäure zugesetzt wird, Kupfervitriol anschießt.

Cuprum ammoniacale (Kupfersalmiak) lehrte zuerst Stiffer aus Kupfervitriollösung und Salmiakgeist darstellen.

Boyle kannte bereits die Krystalle, welche aus einer Auflösung von Kupfer in Salzsäure sich bilden und in Weingeist löslich sind. Außer diesem wasserhaltigen Kupferchlorid war ihm auch das Kupferchlorür bekannt.

Glauber führt an, daß die Lösung des Kupfers in Salpetersäure bei dem Verdunsten eine dunkelgrüne Masse (salpetersaures Kupferoxyd) hinterlasse.

Die Darstellung des arsenigsauren Kupferoxyds wurde durch Scheele 1778 gelehrt.

Z i n k (Zn).

Obwohl schon im Alterthum die Legirung des Zinks mit Kupfer, das Messing, bekannt war, so wurde jedoch nicht vermuthet, daß in demselben außer Kupfer noch ein anderes Metall enthalten sei; aber später wurde durch die genauere Untersuchung des Messings und der Erze, welche zur Bereitung des letzteren benutzt werden können, das Zink erkannt.

Aristoteles deutet schon im 4. Jahrhundert vor Chr. auf die Darstellung des Messings hin. Nach Einigen soll das Wort „Messing“ aus „Mossinörisches Metall“ entstanden sein, während Andere die Bezeichnung: „Messing“ von „Mischen“ ableiten. Die erdige Substanz, welche das Kupfer gelb färbt, wird von Dios.

*) S. Plin. Hist. Lib. 34. Cap. 26. u. 28. (Aeruginis quoque magnus usus und Est et alterum genus aeruginis etc.)

Porides und Plinius*) als καδμεία oder Cadmia (nach Einigen von Cadmus, der die Griechen zuerst mit der Gewinnung und Bearbeitung der Erze bekannt gemacht haben soll, abgeleitet) bezeichnet. Wenn auch Dioskorides nur von der medicinischen Anwendung der Cadmia redet, so spricht Plinius**) doch von ihrer Verwendung zur Bereitung des Messings, welches von ihm nicht nur aes, sondern auch aurichalcum***) genannt wird.

Den Alchemisten war die Färbung des Kupfers durch zinkhaltige Substanzen so früh bekannt, als man die Existenz der Alchemie sicher zurückversetzen kann. Der Alexandriner Zosimos gibt im Anfang des 5. Jahrhunderts die Vorschrift, Cyprisches Kupfer zu schmelzen und feine zerriebene Tutia darauf zu streuen. Auch Geber war im 8. Jahrhundert die Verwandlung des Kupfers in Messing bekannt †). Albertus Magnus äußert sich im 13. Jahrhundert, daß der natürliche Galmei, so wie auch die beim Rösten von zinkhaltigen Erzen sich sublimirende Substanz zur Bereitung des Messings anwendbar ist. Aus dem 15. Jahrhundert spricht Basilius Valentinus: „Man bringt ganz abentheuerlicher Weise in's Kupfer die Röthe und macht Messing daraus“, geht aber nicht darauf ein, wie das letztere geschehe; in eben derselben Schrift, da, wo er vom Bleierz handelt, nennt er auch den Galmei, aber ohne ihn näher zu beschreiben. Agricola spricht ferner die Ansicht aus, das Messing sei eine Mischung, aber er meint, seine Bestandtheile seien Kupfer und eine Erde (Galmei). Es erwähnt derselbe auch, daß man statt des gewöhnlichen Galmei's auch Ofenbruch zur Darstellung des Messings nehme. Diese Benutzung des Ofenbruchs wurde im Großen um die Mitte des 16. Jahrhunderts zuerst durch Erasmus Ebnner aus Nürnberg ausgeführt.

Im 16. Jahrhundert verbreitete sich die Ansicht allgemein, daß Messing aus Kupfer und einer Erde bestehe; aber die einsichtsvollsten Metallurgen gelangten nicht zu der Einsicht, daß ein eigenthümliches Metall sich bei der Messingbereitung mit dem Kupfer legire, obgleich dieses eigenthümliche Metall schon lange Einzelnen bekannt und auch von diesen benannt worden war; es fehlte nur die Anerkennung, daß es in dem Galmei und in dem Ofenbruch von dem Ausschmelzen zinkischer Erze enthalten sei.

Dioskorides spricht schon davon, man solle die Cadmia mit Kohle erhitzen, bis sie glänzend werde, allein seine Ausdrücke sind nicht bestimmt genug, um entscheiden zu lassen, ob man hierbei metallisches Zink wahrgenommen habe oder nicht. —

Albertus Magnus spricht von einem Fossil, dessen Metall im Feuer nicht schmelze, sondern versliege. Dieses Mineral deutete allerdings auf Galmei, aber es wird bei Albertus marcasita genannt, während der Galmei sonst bei

*) Hist. nat. Lib. 34. Cap. 2. (s. d. cit. Stelle auf S. 459. d. Werkes unter „Kupfer“.

**) ibid. Hist. nat. Lib. 34. Cap. 22. p. 411. (Namque ut ipse lapis, ex quo fit aes, cadmia vocatur, — sic rursus in fornacibus existit).

***) Plin. Hist. nat. Liber 34. Cap. 2.

†) Avicenn. u. Geber p. 304.

ihm lapis calaminaris heißt. — Das Wort „Zink“ kommt zuerst bei Basilius Valentinus im 15. Jahrhundert vor, jedoch gibt dieser so wenig, wie Paracelsus an, aus was für Substanzen der als Zink bezeichnete Körper dargestellt werde. Bei Agricola und andern gegen das Ende des 16. Jahrhunderts lebenden Schriftstellern kommt das Zink vor, aber meistens bedeutet es bei ihnen nicht das Metall, sondern nur Zinkerz. Uebrigens scheint Agricola das metallische Zink, aber unter anderem Namen, gekannt zu haben. Joh. Matthæsius, ein Joachimsthaler Geistlicher sagte in seinen Predigten 1562: „Zu Freiberg hat man rothen und weißen Zink“ (d. i. Zinkerz). Andere verstanden unter Zink ein Metall, verwechselten es aber mit andern Halbmetallen; so meinte z. B. der sächsische Gelehrte Georg Fabricius, stibium möge wohl das sein, was die Bergleute cincum nennen, welches sich zwar gießen, aber nicht hämmern lasse.

Libavius war in Bezug auf die Kenntniß des Zinks in einer besonderen Lage. Er nennt in seiner Schrift de judicio aquarum mineralium (1597), das Zink in der Bedeutung wie Agricola und Matthæsius; er scheint aber dieses nie gesehen zu haben und doch hatte Libavius, ohne es zu wissen, Zink, und er kannte es genauer, als irgend einer seiner Zeitgenossen oder nächsten Nachfolger. In seiner Abhandlung de natura metallorum, welche zuerst 1597 erschien, erzählt er, in Ostindien gebe es eine besondere Art Zinn, welche Calacem genannt werde. Er beschreibt seine äußeren Eigenschaften sehr genau, und vergleicht es mit den andern Metallen. Er versichert, es sei kein Zink (Conterfen), wie Einige behauptet haben; es sei anders auf der Schnittfläche und im Bruch. Es sei klingend, was selbst die Spanier Tintinazo nennen sollen. Er kam endlich zu dem Schlusse, nicht daß das neue Metall auch in dem gewöhnlichen Galmei enthalten sei, sondern ut calacem conflatum sit ex argento et cadmia, quae arsenico et argento vivo constat; dasselbe sei es, welches ihm die metallischen Eigenschaften gebe, aber wegen der arsenikalischen und mercurialischen Beimischungen sei dasselbe nicht zu kennen.

Die Unsicherheit über das Verhältniß des Galmei zum Zink, über die chemische Eigenthümlichkeit des letzteren Metalls, dauerte während des 17. Jahrhunderts noch fort. Glauber gab zwar in seiner Schrift „Deutschlands Wohlfahrt“ (1657) an, der Galmei sei ein Zinkminer, und Homberg, welcher 1695 über die Verwandlung des Kupfers in Messing, durch Zink oder Galmei, Untersuchungen anstellte, sagte bestimmt, der Galmei sei das Erz des Zinks, aber auch Lémery hielt 1675 das Zink für identisch mit Wismuth. Boyle nennt das Zink Spelter (eigentlich Spiauter) und es scheint dieses Wort indischen Ursprungs zu sein, da das indische Zink vorzugsweise so bezeichnet wurde. — Fast allgemein glaubte man auch noch, das aus Kupfer und Galmei bereitete Messing enthalte den letzteren als solchen, nicht ausschließlich das in ihm enthaltene Metall. Stahl sagt 1718, „daß der Galmei freilich in der trockenen erdigen Form, wie er aus den Goslarischen Defen gebrochen wird, nicht in das Kupfer gehe, sondern erst eine metallische Gestalt gewinnen müsse, hätte Kunkel aus dem Goslarischen Messingmachen anmerken können, da die Töpfe, nebst dem Kupfer und Galmei, auch

viel verbrennliches Wesen vom Kohlen-Gestübbe in sich enthalten, auch eben deswegen an Zink, weil er solche metallische Gestalt hat, so schnell in das geschlossene Kupfer eingeht.“

Hiermit war es wenigstens ausgesprochen, daß der Galmei Kupfer zu Messing macht, indem sich vorher aus ihm Zink bildet und daß das Zink das Metall des Galmeis ist. Senfel berichtet in seiner *Pyrotologia* 1725, er könne aus dem Galmei das Zink darstellen, wiewohl die näheren Umstände dieser Operation nicht erwähnt wurden. In England scheint seit etwa 1730 die Darstellung des Zinks im Großen stattgefunden zu haben. Aber auch G. Brandt sagte 1735 in den *Denkschriften der Upsaler Akademie*, man könne den Galmei nicht für sich zu Zink, sondern nur bei Gegenwart von Kupfer reduciren. Daß das Erstere doch möglich sei, wenn man die Reduction in verschlossenen Gefäßen ausführe, zeigten A. v. Swab 1742 und Marggraf 1746. Brandt zählte 1735 das Zink zu den Halbmetallen; die Eigenthümlichkeit desselben wurde 1743 durch Malouin bestätigt. Lassone suchte 1772 zu beweisen, der Phosphor müsse ein Bestandtheil des Zinks sein, indem er sich dabei auf die Aehnlichkeit in den Flammen beider Körper stützte, und zur weiteren Unterstützung führte er auch die Phosphorescenz der Zinkblumen an. Auch Wenzel nahm in seiner Einleitung zur höheren Chemie (1773) den Phosphor als einen Bestandtheil des Zinks an.

Boyle machte 1675 bekannt, daß flüchtiges Laugensalz Zink auflöse und Lassone that 1777 dar, daß auch ätzendes fixes Alkali dieselbe Fähigkeit besitze. Bergman zeigte 1779, daß in dem Galmei der Zinkkalk mit Kiesel-erde verbunden sei; auch behauptete ebenderjelbe Chemiker damals schon, daß in einem englischen Zinkerz (Zinkspath) Kohlensäure mit dem Zinkkalk verbunden sei und bestimmte die Menge des letzteren richtig zu 65 Procent; jedoch wurde Bergman's Beobachtung übersehen und unter Galmei sowohl das kiesel-saure, als auch das kohlen-saure Zinkoxyd begriffen, bis Jonas Smithson 1803 einen Unterschied zwischen diesen beiden Mineralen machte.

Das Zinkoxyd, welches bei dem Bearbeiten zinkhaltiger Substanzen sublimirt, wurde, wie bereits erwähnt, schon von den Alten gesammelt und wie der Galmei als *Cadmia* bezeichnet. Feiner zertheiltes Zinkoxyd wurde als *Pompholyx* unterschieden; nach Dioskorides sublimirt diese, wenn bei der Messingbereitung sehr viel *Cadmia* angewandt wird. Bei Libavius um 1600 heißt die *Pompholyx* *spiritus volatilis cadmiae*; auch beobachtete derselbe zuerst die Farbenveränderung des Zinkoxyds in der Hitze.

Zinkvitriol soll in Kärnthén schon im 14. Jahrhundert gesotten worden sein. Basilius Valentinus gedenkt des weißen Vitriols. Agricola nennt die als weißer Vitriol oder als Erzalaun und Galizenstein bezeichnete Substanz *chalcanthum* oder *atramentum candidum*; indessen die Bestandtheile des weißen Vitriols blieben lange unbekannt, namentlich womit die Schwefelsäure in ihm verbunden sei.

Es wurden viele verschiedene Ansichten von Seiten Lémery's, Geoffroy's, Boerhave's u. ausgesprochen, bis endlich Brandt erkannte, daß die Basis des weißen Vitriols Zink sei.

Die Zinkblende wird von Seiten des Basiliius Valentinus erwähnt, und nach Agricola ist galena inanis nur ein unnützes Bleierz, weil dasselbe eine Täuschung, bezüglich der beabsichtigten Blei-Gewinnung, veranlaßte; erst im Jahr 1735 wies Brandt nach, daß sie ein Zinkerz sei. Dehne (1781) und Guyton de Morveau (1783) lehrten 1783, daß sich Schwefelzink auch künstlich herstellen lasse.

Das Chlorzink, mit Zinkoxyd verunreinigt, stellte zuerst Glauber dar. Daß die gesättigte Auflösung des Zinks in Salzsäure einen Theil ihrer Säure fahren läßt, beobachtete Wenzel 1777. — Zinkbutter durch Destillation von Zinkblumen mit Salmiak stellte Hellot 1735, und durch Destillation von Zink mit Quecksilbersublimat 1741 Pott dar. Westrumb beobachtete 1790, daß fein zertheiltes Zink in Salzsäure unter Feuererscheinung zerfließe.

C a d m i u m (Cd).

Das Cadmium wurde 1818 durch mehre Chemiker gleichzeitig bekannt; so war Stromeyer, zur Zeit Professor in Göttingen, mit der Untersuchung desselben beschäftigt, als auch Hermann zu Schönebeck, Besitzer der chemischen Fabrik daselbst, das neue Metall entdeckte, ferner verkündeten auch Meißner in Halle und Karsten in Berlin, daß sie ein neues Metall aus Zinkerzen dargestellt hätten. Schon im September 1818 veröffentlichte Stromeyer die vollständige chemische Untersuchung jenes Körpers, welchen er nach *καδμία* (Galmei) Cadmium nannte. Später haben Herapath, Schaffner, Serullas, Kammelsberg, Gmelin, Croft u. A. mit diesem silberweißen Metall und dessen Verbindungen sich beschäftigt und das Cadmium durch Reduction des Cadmiumrauches (braunen Cadmiumoxyds), welcher bei der Destillation und Reduction der Zinkerze zuvörderst entweicht, gewonnen worden, wie dieses noch gegenwärtig geschieht.

B l e i (Pb).

Das Blei soll schon den Israeliten bekannt gewesen sein, und ist wahrscheinlich das Metall, welches die ältesten griechischen Schriftsteller als *μόλυβος* in ihren Uebersetzungen wiedergegeben haben; jedoch findet man erst genauere Nachrichten darüber bei Plinius, bei welchem das Blei als *Plumbum nigrum* *) unterschieden wird. Die Römer verfertigten aus dem Blei Röhren zu Wasserleitungen, und Plinius gibt an, das Blei könne nicht ohne Zinn, so wenig wie das Zinn ohne Blei, gelöthet werden.

Das Bleioxyd war den Alten ebenfalls schon bekannt, wurde aber von anderen Bleiverbindungen nicht gehörig unterschieden; die Ausdrücke: *Molybdaena*, und *galena* scheinen bald Bleiglanz, bald verkalktes Blei bezeichnet zu haben. Dioskorides sagt, gebranntes Blei werde dargestellt, indem man dünne Bleistreifen mit Schwefel erhitzt und beständig umrühre, bis das Blei zu Asche verbrannt sei. Außerdem, was bei Dioskorides (*μόλυβδος κεκαυμένος*) ge-

*) Plin. Hist. nat. Lib. 34. Cap. 49 u. f. f.

branntes Blei, bei Plinius*) *plumbum ustum*, heißt, wird noch eine ähnliche Substanz unterschieden, welche gelblich von Farbe und glasig sei; eine andere als *μολύβδαίνα* (Bleiglätte, galena) welche der Silberglätte gleiche, gelb und glänzend sei, in den Defen, wo Silber bereitet werde, entstehe und zur Bereitung von Pflastern diene; eine andere als *σκωρία ἀργύρου* (Silberschlacke) nach Plinius *scoria argenti* endlich aber noch eine als *λιθαργύρος* (Silberglätte) welche aus Blei und Silber gebrannt werde. So betrachtete man die verschiedenen Abarten einer und derselben Substanz als ganz verschiedene Körper. — Dioskorides und Plinius geben auch an, die Molybdäna komme auch natürlich vor; der Letztere sagt, zum Unterschied werde die in Silberöfen durch Brennen erzeugte *molybdaena metallica* genannt. Das rothe Bleioxyd wurde schon zu Plinius' Zeit dargestellt, jedoch war es nach ihm nur Wenigen bekannt**). *Minium* bedeutet bei ihm sowohl Zinnober, als auch Mennige und die Nachrichten über beide Substanzen sind unsicher, da vielfache Verwechselungen zwischen ihnen stattfanden. Plinius sagt, außer dem *minium* welches *argentum vivum* gebe, existire noch ein anderes, das aus bleihaltigen Silbererzen oder Bleierzen erhalten werde; diese in Defen geröthet, gebrannt und gemahlen, geben ein *secundarium minium*, *perquam paucis notum****) bekannt. Auch heißt es an einer anderen Stelle bei Plinius, daß Sandarach (rothes Schwefelarsen) aus gebranntem Bleiweiß nachgemacht werde.†)

Scheele wußte bereits, daß die Mennige durch wässeriges Chlor dunkel gefärbt wird und eine gleiche Wirkung beobachtete schon Priestley von der Salpetersäure. Proust und Vauquelin gaben über die Bildung des braunen Bleioxyds nähere Auskunft.

Das in der Natur vorkommende Schwefelblei scheint, wie schon angeführt, den Alten bereits bekannt gewesen zu sein; jedoch währte es lange, bis die Zusammensetzung dieses Naturprodukts richtig erkannt wurde, so daß noch Kunkel den Schwefelgehalt desselben leugnete; aber in der Bildung des Schwefelbleis aus bleihaltigen Flüssigkeiten mit gewissen schwefelhaltigen Substanzen lernte man eine Reaction auf das erstere Metall kennen, und zwar führte die Auffindung des Bleies auf dem Gebiete der analytischen Chemie, auf nassem Wege, zur Anwendung des Schwefelwasserstoffs in der analytischen Chemie.

Plinius spricht schon von der Anwendung des Bleis bei saurem Weine; später wird die Versüßung des Weines durch Blei von Andreas Jessner (1595) angegeben. Die Verfälschung des Weins mit Bleiglätte resp. auch essigsaurem Bleioxyd ist neueren Ursprungs.

Eberhard Göckel glaubte den Zusatz von Bleiglätte dadurch nachweisen zu können, daß er den verdächtigen Wein mit Schwefelsäure mischte und beobach-

*) Plin. hist. nat. Lib. 33. Cap. 31—35 u. Lib. 34. Cap. 47—53.

**) ibid. Lib. 33. Cap. 36 u. 40.

***) Plin. hist. nat. Lib. 33. Cap. 40.

†) ibid. Lib. 35. Cap. 22 (*Sandaracha fit et adulterina ex cerussa in fornace cocta*).

tete, ob er sich trübte; der Freiburgische Professor Johann Jacob Franz Vicarius prüfte auch in derselben Weise, wandte statt der Schwefelsäure fixes oder flüchtiges Alkali an. 1707 empfahl Zeller in einer Dissertation, als sicheres Reagens auf Blei den Extract von Auripigment mit Kalkwasser. Fourcroy und Hahnemann schlugen 1787 gleichzeitig die Anwendung des mit Schwefelwasserstoff gesättigten Wassers zur Auffindung des Bleis vor; Fourcroy empfahl reines Schwefelwasserstoffwasser, Hahnemann angesäuertes Wasser, weil es nur das Blei, nicht das etwa im Wein enthaltene Eisen, mit dunkler Farbe niederschlage; zunächst schrieb er vor, die Probeflüssigkeit aus Kalkschwefelleber mit Wasser, Weinstein und etwas Salzsäure, 1795, sie aus Kalkschwefelleber und Weinsäure bereiten.

Das kohlensaure Bleiorxyd war den Alten bekannt; denn schon im 4. Jahrhundert vor Chr. beschreibt Theophrast in seiner Schrift*) die Zubereitung des Bleiweißes, wonach man Blei der Einwirkung von Essig aussetzen und die entstehende Substanz nach einiger Zeit abkochen sollte. Ueber eben dieselbe Darstellungsweise berichteten Dioskorides, Plinius**) und Vitruv; von Seiten der Ersteren wird aber außerdem noch erwähnt, daß auch cerussa entstehe, wenn man die Auflösung von Blei in Essig zum Trocknen bringe; auch wurde essigsaures Bleiorxyd mit Bleiweiß verwechselt. Bleiweiß wird auch bei Geber***) erwähnt, aber er glaubt es zu reinigen, indem er es in essigsaures Salz verwandelt. Den später lebenden Chemikern war das Bleiweiß ebenfalls bekannt, doch wurde meistens dafür gehalten, daß das Bleiweiß eine Verbindung von Essigsäure mit Blei sei; Bergman erwähnt in einer Abhandlung 1774, daß Bleiweiß nur kohlensaures Bleiorxyd sei.

Beim Hinblick auf das Chlorblei dürfte wohl die erste Andeutung, welche gemacht worden ist, von Dioskorides herkommen; denn derselbe sagt, daß *λευκόρυγος*, Silberglätte, mit Steinsalz und warmem Wasser weiß werde. Glauber empfiehlt 1656, Hornblei aus der Lösung des Bleis in Scheidewasser durch Salzwasser gefällt, anstatt Bleiweiß, als Farbe anzuwenden.

Die als Casseler Gelb bezeichnete, aus Chlorblei und Bleiorxyd bestehende gelbe Farbe wurde 1787 in England im Großen dargestellt. Turner bereitete dieselbe durch Calcination des weißen Rückstandes, welcher bleibt, wenn Natron aus Kochsalz durch Bleiorxyd abgeschieden wird. Salpetersaures Bleiorxyd wird schon 1595 von Libavius aufgeführt. Das aus Zinn und Blei bestehende leicht flüssige Metall war schon Plinius†) bekannt. Ein noch leicht flüssigeres Metallgemisch durch Zusatz wurde zuerst von Newton herzustellen versucht. Homberg empfiehlt 1699 eine Legirung aus gleichen Gewichtstheilen Blei, Zinn und

*) *περί λίθων.*

**) Plin. Hist. nat. Lib. 35. Cap. 19.

***) Gebri de investig. perf. Cap. IV. p. 483 (de cerussae praeparatione: „Cerussa dissolvenda est in aceto, purificanda deinceps a grossioribus etc.“)

†) Plin. hist. nat. Lib. 34. Cap. 47 u. 48.

Wismuth. Besonders bemühten sich später Valentin Rose auch Marggraf 1771 und d'Arcet 1775, eine leichtflüssige Mischung aus Blei, Zinn und Wismuth darzustellen.

W i s m u t h (Bi).

Das Wismuth soll schon im 13. Jahrhundert bekannt gewesen sein, aber als metallischer Körper wird dasselbe zuerst von Basilius Valentinus im 15. Jahrhundert erwähnt; im 16. Jahrhundert nennt Paracelsus den „Wismat“ unter den Halbmetallen.

Lémery war der Meinung, daß das Wismuth in England aus unreinem (arsenhaltigen) Zinn durch Schmelzen mit Weinstein und Salpeter künstlich bereitet werde, eine Ansicht, welche lange Zeit sich erhielt; erst Pott lehrte 1739 die Eigenthümlichkeiten des Wismuths genauer kennen, und Bergman war es hauptsächlich, welcher die Reactionen, als die eines eigenthümlichen Metalls kennen lehrte.

Das gelbe Wismuthoxyd, welches sich beim Erhitzen des Wismuths bildet, scheint schon zu Agricola's Zeit als Farbe benutzt worden zu sein. Die Bildung der Wismuthsäure durch Glühen von Wismuthoxyd mit Kali wurde zuerst durch Buchholz und Brandes beobachtet. Das Chlormismuth bereitete Boyle durch Erhitzen von Quecksilbersublimat mit Wismuth, und daß die Lösung des Wismuths in Salpetersäure durch Wasser gefällt wird, wurde Libavius um das Jahr 1600 bekannt; auf der anderen Seite wird behauptet, daß die Bereitung des Schminkeweißes noch im Anfang des 18. Jahrhunderts ein Geheimniß gewesen sei, das N. Lémery viel Geld eingetragen habe, wiewohl von demselben im Jahre 1681 die Zubereitung dieses Präparats beschrieben wird. — Boyle führt 1675 an, daß die Auflösung des Wismuths in Scheidewasser durch gemeines Wasser fast gänzlich gefällt werde.

Unter den Chemikern, welche zunächst eine nähere Aufklärung über Wismuth und dessen Verbindungen gaben, sind namentlich außer Brandes, die nachstehenden hervorzuheben: Berzelius (Gilbert 40. 286 und Schweigger 7. 70), Lagerhjelm (Schweigger 17. 416), Jacquelin (Ann. Chim. Phys. 66. 113; auch J. für prakt. Chem. 14. 1), A. Stromeyer (Pogg. 26. 549), Heintz (Pogg. 64. 55; Ausz. Ann. Pharm. 52. 252), Arppe (Pogg. 64. 237 Ausz. Ann. Pharm. 56. 237), Gladstone (Chem. soc. mem. 3. 480; Ausz. Liebig und Kopp's Jahresbericht 1847—48, 432).

b. Die edlen Metalle.

Quecksilber (Hg).

Theophrast (um 309 vor Chr.) spricht zuerst vom Quecksilber, d. h. von *χυτὸν ἄργυρον*, flüssigem Silber, indem er auch erwähnt, daß dieses auch aus Zinnober mit Essig in einem kupfernen Gefäße, mittelst eines kupfernen Stößels gerieben, erhalten werde. Dioskorides sagt (im 1. Jahrhundert nach Christi Geburt), Quecksilber (*ὕδραργυρος*, von *ὕδωρ*, Wasser und *ἄργυρος* Silber), werde aus Zinnober bereitet, für welchen Zweck man in ein irdenes Geschirr eine eiserne Schale mit dem Zinnober bringe, einen Deckel darauf fitte, und mit Kohlen erhitze.

Plinius*) bezeichnet das natürliche gediegene Quecksilber als *argentum vivum* und vergleicht die Form seines Vorkommens, daß es in Kügelchen auf Mineralien sitzt, mit Geschwüren; das aus Zinnober künstlich dargestellte Quecksilber nennt Plinius *hydrargyrum*.

Bei den Alchemisten des Mittelalters wurde als Quecksilber derjenige hypothetische Bestandtheil der Körper bezeichnet, welcher in der Hitze unverändert sich verflüchtige; so nennt z. B. Raymund Lull den Weingeist *argentum vivum*, *vegetabile*, und das bei der Destillation von faulem Urin gewonnene Laugensalz *mercurius animalis*. Ebenso spricht Basilius Valentinus von vielerlei Quecksilber-Arten. Geber**) schreibt zur Reinigung des Quecksilbers die Sublimation vor. Er schlägt auch vor, das Quecksilber über Marmor oder Glas oder Salz, besser über Kalk abzuziehen. — Arnoldus Villanovanus sagt in seinem „Rosario philosophorum“ über die Zusammensetzung des Quecksilbers: „*Argentum vivum in prima sua radice est compositum ex terra alba, nimium subtili, sulphurea, cum aqua clara fortiter admista, donec fiat substantia una, non quiescens in superficie plana.*“

Basilius Valentinus soll zu einigen seiner Arbeiten sich schon eines Quecksilbers bedient haben, welches aus Sublimat und Kalk dargestellt war; so schreibt er z. B. vor; „Nimm Mercurium vivum, so auch oft sublimirt worden;

*) Hist. nat. Lib. 33. Cap. 33. Bd. 4. p. 373.

**) Gebri Summa perf. p. II. Lib. II. Cap. XVII. p. 659. p. III. Cap. 30. p. 544.

auch spricht er kurz zuvor von einem Mercurio vivo, welcher sieben Mal sublimirt und schneeweiß ist und durch lebendigen Kalk revificirt worden.“

Libavius zählte 1606 das Quedsilber unter die corpora, quae metallis sunt affinia, zu denen er auch Wismuth, Spießglanz, Schwefel, Arsenik, Vitriol und Zinnober rechnete; nach ihm ist es ein liquor mineralis, ex aqua metallica viscida, terraque sulphurea exacte contemperatus, spirituosus, frigidus, humidus, albus in manifesto, calidus siccus, citrinus, rubeus in occulto, familiarissimus metallis. Eine ähnliche Meinung sprach Becher 1675 aus. Kunkel glaubte, wie Geber, daß das Quedsilber aus einer zähen klebrigen Materie entstehe.

Boerhave sagt in seinen Elementis chemiae (1732), man kenne sechs Metalle*); das Quedsilber unterscheide sich von diesen wesentlich durch seine Flüssigkeit, und lasse sich mit ihm nur in Beziehung auf sein Vorkommen, seine Schwere und seine leichte Vereinigung mit Metallen zusammenstellen. Brandt erklärte es 1755 für ein Halbmetall und R. A. Vogel sprach 1755, so wie auch Buffon 1785 ihm, seiner hartnäckigen Flüssigkeit wegen, den Charakter eines Metalls abspach. Basilius Valentinus gab verschiedene merkwürdige Recepte, um den mercurius darzustellen. Sunder**) stellt 1730 in seinem Conspectus chemiae viele Angaben zusammen, nach welchen man Quedsilber aus Metallen erhalten sollte; nach ihm hat jedoch dieses künstliche Quedsilber etwas andere Eigenschaften, als das gemeine; es soll specifisch schwerer sein und sich mit den Metallen inniger amalgamiren. Er behauptete ferner, jedes Metall gebe Quedsilber, wenn man es fein zertheilt mit Salmiak sublimire, den Sublimat mit dem Rückstand mische und abermals sublimire, den neuen Sublimat und den Rückstand in einem verschlossenen Gefäße mit Essig, Weinstein Salz und dem flüchtigen Stoff, der bei der Erhitzung von Weinstein übergehe, digerire, dann destillire und das Destillat mit Salzsäure niederschlage; der Präcipitat könne mit Weinstein Salz zu laufendem Quedsilber reducirt werden. Obgleich Boerhave mehrere solcher Angaben widerlegte, so wurden dennoch, nach ihm, ähnliche Behauptungen aufgestellt. Kunkel berichtet in seinem Laboratorio chymico, daß er aus Silber und Schwefelsäure Quedsilber gewonnen habe, was aber nicht eintraf, als er sechs Mal rectificirte Säure anwandte, was, seiner Meinung zufolge, daher rühre, weil das rectificirte Vitriolöl den Mercur der Metalle feuerbeständiger mache, als das nicht rectificirte. Becher sagt in seiner Physica subterranea, er habe Quedsilber aus Kochsalz und Thon erhalten; ebenso erwähnt Senac in seinem Nouveau Cours de Chymie (1723) des Quedsilbers im Kochsalz. Später gab H. M. Rouelle (1777) an, das französische Meer Salz enthalte Quedsilber. Proust fand 1799 dieses Metall in verschiedenen Sorten Salzsäure und Wurzer gab 1823 an, Quedsilbersublimat bei der Bereitung von Salzsäure aus Kochsalz und Schwefelsäure erhalten zu haben. Man machte auch vergebliche Versuche, um das Qued-

*) Element chem. Tom. I. pars II. p. 12. u. 14; edit. London 1732.

**) Conspectus Tabul. 39. p. 982 u. f. f. 1730.

silber in einen festen Körper zu verwandeln und Braune zu Petersburg erhielt im Winter 1759 auf 1760 das Quecksilber zuerst durch Kälte fest, indem er die erforderlichen Kältegrade durch Vermischen von Schnee mit Scheidewasser hervorbrachte. Den Gefrierpunkt des Quecksilbers bestimmte jedoch zuerst Cavendish im Jahre 1783. Im medicinischen Zeitalter gewann die Untersuchung der Quecksilber-Verbindungen eine neue Wichtigkeit, wiewohl schon nach Dioskorides und Plinius*) im Alterthum die Anwendung der Quecksilberpräparate in der Heilkunde vielfach versucht worden sein soll. Basilius Valentinus erwähnt im 15. Jahrhundert, daß aus dem Quecksilber Wunderarzeneien bereitet wurden, wiewohl eine genauere Beschreibung der genannten Präparate nicht gegeben wird. Durch Paracelsus wurde indessen die Anwendung der Quecksilber-Präparate verbreiteter, indem er mineralischen Turpeth, Aetzsublimat und andere solche Verbindungen als innerliche Mittel verordnete und anpries.

Quecksilberoxyd wird zuerst bei Geber**) erwähnt und zwar, daß dasselbe durch längeres Erhitzen des Metalls sich bilde. Er betrachtete die Bildung dieses Körpers als auf dem Austreiben eines feuchten Bestandtheils aus dem Quecksilber beruhend; schwaches Feuer vermöge diesen Bestandtheil nicht zu verjagen, ebenso wenig kurze Zeit dauerndes starkes Feuer.

Geber***) sagt ferner noch, daß man den Mercur per ablationem totius humidi inati oder per inspissationem ipsius humidi fest mache. — Quecksilberkalk stellte schon Raymund Lull durch Erhitzen von salpetersaurem Quecksilber dar. Er lehrt Scheidewasser durch Destillation von Vitriol, Salpeter und Zinnober bereiten. — Den spätern Chemikern ist sowohl die Bereitungsmethode durch bloßes Feuer, als auch die durch Calciniren des salpetersauren Quecksilbers bekannt. Libavius sagt schon in seiner Alchymia (1595), dieser Körper sei *facili opera ad vivum revocabilis*. Bestimmter gab Boyle in seiner Abhandlung of the mechanical origin and production of fixedness (1675) an, bei etwas starker Hitze werde der Quecksilberkalk wieder zu metallischem Quecksilber. Braune behauptete 1774, daß weißer Quecksilberkalk ohne Reductionsmittel nicht metallisch werden könne. In Betreff des Quecksilberoxyduls, erwähnt schon N. Lémery in seinem Cours de chymie (1675), wenn man weißen Präcipitat aus Quecksilberlösung mit Kochsalzlösung machen wolle, solle man Quecksilber in Salpetersäure auflösen, sans mettre le vaisseau sur le feu. Bergman machte zuerst bestimmt auf die Verschiedenheit der kalt oder heiß bereiteten Quecksilberlösung aufmerksam, indem er darthat, daß beide Auflösungen mit Reagentien behandelt, verschiedene Niederschläge geben.

Der Zinnober (Schwefelquecksilber) war schon im Alterthum bekannt, denn Theophrast sagt in seiner Schrift *περί λίθων* (über Mineralien), es gebe

*) Hist. nat. Lib. 33. Cap. 31. u. 34.

**) Gebri Lib. fornacum p. II. Cap. IX. p. 745 u. 746.

***) Gebri Summa perf. Cap. LIII. Lib. I. p. IV. p. 603. u. a. St. auch Lib. II. Cap. 26. p. 679. ferner Avicenna Diet. I. p. 80. D. II. p. 93. Diet. V. p. 158 etc.

natürlichen und künstlichen Zinnober, der natürliche komme in Spanien vor und sei hart wie ein Stein, auch finde er sich in Kolchis. Der künstliche komme von einem einzigen Orte in Ephesus; er sei ein feiner glänzender rother Sand, welcher geschlämmt werde. Ein gewisser Kallias aus Athen, etwa neunzig Jahre vor Theophrast, soll in dem glänzenden Sande Gold vermuthet, und deshalb ihn geschlämmt, statt des Goldes aber die schöne Farbe erhalten haben. Später ist der Zinnober viel mit der Mennige verwechselt worden. Dioskorides nennt den eigentlichen Zinnober manchmal *κιννάβαρι*, mitunter braucht er aber diese Bezeichnung auch für Drachenblut, indem er sagt, daß Viele irrthümlich glauben, *κιννάβαρι* und *ἀμμοιον* seien dasselbe, denn das Letztere wird in Spanien aus einem Mineral, welches dem silberhaltigen Sande beigemennt sei, bereitet. Bei der Behandlung in einem Ofen nehme es die blühendste und feurigste Farbe an; in den Bergwerken stoße es einen schädlichen Dampf aus u. Dieses scheint demnach auf Zinnober und eine Sublimation desselben hinzudeuten.

Plinius*) bezeichnet den Zinnober als *minium* und der Ausdruck „cinna-
baris“ wird von ihm auch für Drachenblut gebraucht.

Als Bestandtheile des Zinnobers scheint Becher Quecksilber und Schwefel betrachtet zu haben und diese Ansicht blieb lange Zeit die unbestrittene. Kunkel spricht ebenfalls in seinen chemischen Anmerkungen von dem *Principiis chymicis* (1677) die Meinung aus, daß der Zinnober Schwefel enthalte. Stahl hielt es 1718 für erwiesen, daß des Zinnober's alleinige Bestandtheile Quecksilber und Schwefel seien, desgleichen Boerhave und Andere. Der dänische Leibarzt Sam. Carl sagt 1708, daß der natürliche, künstliche und der durch Sublimation erhaltene Zinnober derselbe Körper sei, und bestimmte die Zusammensetzung zu 6 Theilen Quecksilber auf 1 Theil Schwefel.

Becher sprach dagegen in seiner *Physica subterranea* (1669) die Ansicht aus, daß der Zinnober Quecksilber und den erdartigen Bestandtheil des Schwefels enthalte. Das schwarze Schwefelquecksilber lehrte zuerst Turquet de Mayerne im Anfange des 17. Jahrhunderts durch Zusammenreiben von warmem Quecksilber mit geschmolzenem Schwefel darstellen, aber dasselbe Präparat durch Zusammenreiben von Quecksilber mit festem Schwefel zu erhalten, wurde zuerst von dem Engländer Walter Harris vorgeschrieben. Das Präparat wurde *Aethiops mineralis* oder *mercurialis*, *mineralischer* oder *Quecksilbermoor* benannt. Das auf nassem Wege gebildete schwarze Schwefelquecksilber war dem Professor Ludolf zu Erfurt (1752) bekannt. Das durch Füllen gesättigter Quecksilbersolution mit einer Lösung von Schwefel in Aetzlauge dargestellte, wurde von Jacobi 1757 empfohlen. Die Bildung des Zinnobers auf nassem Wege beschrieb zuerst Gottfried Schulz 1687 und eben derselben Bereitungsweise gedenkt Fr. Hoffmann (1722). Beaumé zeigte in seiner *Chymie experimentale et raisonnée* (1773), daß flüchtige Schwefelleber nicht nur das metallische Quecksilber zu Zinn-

*) Hist. nat. Lib. 33. Cap. 38. Bd. 4. p. 376.

ober macht, sondern auch den schwarzen Niederschlag, den sie mit Quecksilberlösungen oder mit Quecksilbersalzen hervorbringt, und daß die Lösung von Kalischwefelleber langsamer als flüchtige Schwefelleber wirkt. Endlich entdeckte Kirchoff in Petersburg 1797 die nach ihm benannte Methode, den Zinnober auf nassem Wege darzustellen. — Nach der Ansicht einiger Chemiker wurde, wie z. B. 1801 von Buchholz, der Zinnober als ein schwefelwasserstoffsaures Schwefelquecksilber angesehen, und der Quecksilbermoor für bloßes Schwefelquecksilber gehalten. Proust vertheidigte indessen 1801, daß der Zinnober nur aus Quecksilber und Schwefel bestehe; später bewies auch Seguin 1814 nochmals, daß im Zinnober kein Sauerstoff ist.

Schwefelsaures Quecksilber (Oxyd oder Oxydul?) bereitete schon Johann von Rocquetaillade im 14. Jahrhundert. Das basische schwefelsaure Quecksilberoxyd kannte schon Basilus Valentinus; denn er lehrte in dem zweiten Buche seines letzten Testaments: „die Handgriffe“, Quecksilber in Schwefelsäure, die mit ein wenig Salpetersäure versetzt sei, aufzulösen, die Solution zum Trocknen zu bringen, und den Rückstand mit destillirtem Wasser wohl auszufügen.

Nach Paracelsus wurde dieses Salz meistens mineralischer Turpet h genannt, aber diese Bezeichnung geht nicht immer auf das erwähnte Salz, so belegt z. B. Wynsicht auch den Niederschlag aus Sublimatlösung mit Weinsteinalz, wenn er ausgefüßt dann mit Honigwasser digerirt und Weingeist darüber abgebrannt worden ist. Andere bezeichneten so das Quecksilberoxyd, welches durch Erhitzen des salpetersauren Salzes dargestellt ist.

Das Quecksilberchlorid wurde durch Geber dargestellt und es hat derselbe dafür folgende Vorschrift gegeben*): *Argentum vivum sic sublima. Sume de eo libram unam, vitrioli rubificati libras duas, aluminis rochae calcinati libram unam et salis communis libram semis, et salis petrae quartam partem, et incorporatum sublima, et collige album, densum clarum et ponderosum, quod circa vasis sponditia inventum fuerit, et serva, ut tibi de aliis scripsimus. Sed si in prima sublimatione inventum fuerit turbidum vel immundum, quod tibi accidere poterit propter tuam negligentiam, illud cum eisdem fecibus noveris iterum sublimare, et serva.* Albertus Magnus gab eine ähnliche Vorschrift; jedoch, war in derselben weder Alaun noch Salpeter empfohlen worden.

Die Darstellung des Quecksilberchlorids aus schwefelsaurem Quecksilberoxyd und Kochsalz lehrte zuerst Kunkel in seinem Laboratorio chymico (welches 1716 publicirt wurde); er sagt nämlich: „der beste Mercurius sublimatus, so in der Chymie zu gebrauchen und mir gefallen, ist dieser, wenn ich ein recht hoch von allem Phlegma geschiedenes Oleum Vitrioli nehme, mit dem Mercurio vivo ana, oder so es nicht wohl rectificirt, ein Theil Mercurii und anderthalb Theile des Olei, und ziehe solch Oleum davon, bis der Mercurius albus coagulirt ist. Diesen

*) Gebri de invent. verit. C. 8. p. 720 edit. 1572; in der Ausgabe: 1545 C. 8. p. 173.

weißen Präcipitat mit Sale communi ana sublimirt gibt einen schönen corrosivischen Sublimat.“ Ebendieselbe Methode beschrieb der Franzose Boulduc 1730. Die Bereitung des Sublimats auf nassem Wege lehrte Monnet 1771.

Basilus Valentinus hatte schon die Salzsäure als einen Bestandtheil des Aërs sublimats betrachtet; aber nach ihm glaubten viele Chemiker, daß auch Vitriol darin enthalten sei, bis M. Lémery diese Ansicht 1709 widerlegte. Uebrigens wurde der Sublimat lange Zeit hindurch als eine Verbindung von metallischem Quecksilber mit Salzsäure angesehen. Das regulinische Quecksilber und der Sublimat wurden als Mercurius vivus und Mercurius sublimatus unterschieden, obgleich bei den Alchemisten auch der Sublimat mitunter als Mercurius vivus bezeichnet wurde.

Das Quecksilberchlorür oder der sogenannte Calomel kam in älterer Zeit wahrscheinlich vielfach mit Sublimat gemengt vor, und beide Präparate wurden hauptsächlich, und in medicinischer Hinsicht unterschieden. Im 16. Jahrhundert sagt Libavius (1606): als aquila alba, welches jeden weißen, flüchtigen resp. sublimirbaren Körper namentlich den Salmiak bedeutet, werde auch ein liquor viscosus ex sublimato albo philosophice praeparato bezeichnet. Die Zubereitung des Calomels wurde 1608 durch Oswald Croll in seiner Basilica chymica verstofft, aber offen in demselben Jahr von Beguin in seinem Tirocinio chemico beschrieben, wonach Sublimat, metallisches Quecksilber und rothcalcinirtes Eisen sublimirt werden sollen. Dieses Präparat nannte man damals Draco mitigatus oder Manna metallorum, aber Sylvius de le Boë bezeichnete es auch als Mercurius dulcis. Die Bezeichnung Calomel (*καλομέλας*, schön, schwarz), wurde in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts von England aus eingeführt. Auch pflegte man das Quecksilberchlorür, je nach der Anzahl der Sublimationen, das versüßte Quecksilber (Mercurius dulcis), verschieden zu bezeichnen.

Le Mort behauptete zuerst, daß auch ohne Sublimat, durch Erhitzen von Quecksilber, Kochsalz und calcinirtem Vitriol, versüßtes Quecksilber gewonnen werden kann.

Die Bereitung des Calomels auf nassem Wege, ist vielleicht schon Johann van Roquetaillade im 14. Jahrhundert bekannt gewesen. M. Lémery bezeichnet in seinem Cours de chymie als précipité blanc ein Präparat, welches aus kalt bereiteter salpetersaurer Quecksilberlösung mit Kochsalzlösung niedergeschlagen werden soll. Auch Boerhave bezeichnet in seinen Elementis chemiae (1732) einen aus ganz gesättigter und verdünnter salpetersaurer Quecksilberlösung mit Kochsalzlösung erhaltenen Niederschlag als praecipitatus albus. Scheele bewies 1778, daß dieser nichts Anderes als versüßter Sublimat war.

Nach M. Lémery sollte die Verschiedenheit in den Wirkungen des ägenden und versüßten Sublimats als darauf beruhend anzusehen sei, daß in dem Letzteren die Säure an mehr Quecksilber gebunden, gewissermaßen verdünnter sei; so daß nach ihm die beiden Präparate als Verbindungen von Quecksilber mit mehr oder weniger Salzsäure betrachtet werden müssen. Später aber, nachdem das Chlor

entdeckt worden war, nehmen mehre Chemiker an, im Calomel sei gewöhnliche Salzsäure, im Aetzsublimat dephlogistisirte oder oxydirte Salzsäure (Chlor) mit Quecksilber vereinigt; noch später betrachtete man beide Körper als Verbindungen von Salzsäure mit unvollkommenem oder vollkommenem Quecksilberoxyd (Oxydul oder Oxyd), bis H. Davy's Lehre über die Verbindungen des Chlors mit Metallen gehuldigt wurde.

Als weißer Präcipitat wurden verschiedene Quecksilberverbindungen bezeichnet, besonders wurden die Niederschläge mit jenem Namen belegt, welche später als Chlorquecksilber-Amidquecksilber-Salmiak und als Chlorquecksilber-Amidquecksilber betrachtet wurden.

Die Verbindung von Sublimat mit Salmiak wurde von den Satrochemikern als Alembrothsaltz bezeichnet. — Der Name ist wahrscheinlich von *ἀμβροτος* (unsterblich, göttlich) abgeleitet.

Salpetersaures Quecksilber wurde schon von Basilus Valentinus dargestellt, und daß die Lösung jener Verbindung die Haut roth färbt, erwähnt Libavius 1597 in seiner Schrift *de judicio aquarum mineralium*.

Bergman unterschied nach ihren Reactionen, die heiß und kalt bereitete Quecksilberlösung und auch die aus beiden Lösungen anschießenden Salze, wiewohl die genauere Erkenntniß der Verbindungen, welche Salpetersäure mit Quecksilberoxydul und Quecksilberoxyd bilden kann, der neueren Zeit angehört.

Daß Quecksilber mit Metallen sich vereinigt, war schon den Alten bekannt, denn die Worte des Plinius^{*)}: „*perrumpit vasa permanens tabe dira*“ gehen offenbar auf Beobachtungen über das Verhalten des Quecksilbers in metallischen Gefäßen. Namentlich war den Alten auch die Amalgamation des Goldes bekannt und wandten sie dieselbe zur Reinigung dieses Metalls von erdigen und anderen Substanzen, sowie auch zur Vergoldung an.

Plinius sagt von dem Quecksilber: „*Optime purgat aurum, ceteras ejus sordes expuens, crebro jactatu fictilibus in vasis. — Sed ut ipsum ab auro discedat, in pelles subactas effunditur, per quas sudoris vice defluens, purum relinquit aurum.*“

Auch Isidorus Hispalienfis im 17. Jahrhundert wußte, daß sich das Quecksilber mit Metallen verbindet. Genauer aber spricht Geber von mehreren solchen Verbindungen.

Die erste Anleitung, durch Quecksilber mit Eisen ein Amalgam zu bilden, soll Libavius gegeben haben. Brandt behauptete 1751, daß eine solche Verbindung möglich sei, wenn man Eisen mit Quecksilber, etwas Eisenvitriol und Wasser zusammen reibe; jedoch scheide sich das Eisen bald wieder ab.

Die Bezeichnung *Amalgama* findet sich schon in den Schriften des im 13. Jahrhundert lebenden Thomas von Aquino vor. Es soll dieser Ausdruck aus einer Verunstaltung des griechischen Wortes *μάλαγμα* (erweichend oder weicher Körper) entstanden sein. —

^{*)} Hist. nat. Lib. 33. Cap. 32. Bd. 4. p. 373.

Silber (Ag).

Dieses edle Metall ist eins der am frühesten bekannt gewesenen Metalle; denn schon Moses gedenkt des Silbers. Die Griechen nannten dasselbe, wegen seiner weißen Farbe *ἄργυρος* (von *ἄργος*, weiß). Wer der Entdecker dieses schon vor vielen Jahrhunderten bekannten Metalls gewesen ist, läßt sich schwierig ermitteln. Plinius sagt *): *argentum invenit Erichthonius Atheniensis; ut alii, Aeacus.* —

Das reine Silber wird bei Suetonius *argentum pustulatum* bezeichnet, und demnach scheint schon den Alten bekannt gewesen zu sein, daß das reine Silber nach dem Schmelzen an der Luft bei dem Erkalten eine blasenförmig erhabene Oberfläche annimmt.

Die Angaben über die Gewinnung des Silbers von Seiten der Alten lauten dahin, daß sie dasselbe mit Blei auszogen und dann von diesem schieden. Auch soll Basilus Valentinus, bei welchem der Ausdruck: „Saigern“ vorkommt, jene Methode schon angewandt haben. — Der Amalgamationsprozeß scheint zunächst auf die Gewinnung des Goldes Anwendung gefunden zu haben; auch erwähnt Agricola nur in dieser Beziehung des Amalgamationsprozesses; jedoch sagt schon Vitinguccio in seiner *Pyrotechnia* (1540), man könne aus gold- oder silberhaltigen Erzen oder Schlacken, oder aus dem Abfall bei anderen Arbeiten, welcher diese Körper enthalte, beide Metalle mit Quecksilber ausziehen, wenn man sie mit Quecksilber und Essig oder Wasser, in welchem Sublimat, Grünspan und Kupfer aufgelöst seien, anhaltend reibe und das gebildete Amalgam zerlege. —

Zum Ausbringen des Silbers wandte man diesen Prozeß am frühesten in Mexico an, und zwar wurde dies zuerst 1557 von einem gewissen Bartholomäus von Medina versucht und seit 1566 im Großen ausgeführt.

Im Jahr 1574 wurde dieses Verfahren durch Pero Fernandez de Velasco, in Peru, zu Potosi eingeführt.

Der Zusatz von geröstetem Kies (schwefelsaurem Kupfer und Eisen), Magistral genannt, während der Amalgamation, scheint schon bei dem ältesten mexicanischen Verfahren stattgefunden zu haben. Carlos Corso de Leca, ein peruvianischer Bergmann, rieth im Jahre 1586 Eisen zuzusetzen, um einem größeren Verlust an Quecksilber vorzubeugen. In Europa führte der österreichische Bergrath von Born zuerst das Amalgamations-Verfahren ein und es wurden von demselben die ersten Versuche 1780 und 1785 zu Schemnitz in Ungarn angestellt. Das salpetersaure Silberoxyd war das erste der in Wasser löslichen Silbersalze, welchem Beachtung zu Theil wurde. Schon ein gewisser Paul Eß spricht in seinem *Clavis philosophorum* von baumförmigen Auswüchsen, welche sich zeigen, wenn Quecksilber mit salpetersaurer Silberlösung zusammen ist; auch Porta erwähnt diese Erscheinung, welche später als *arbor Dianae* bezeichnet wurde, in seiner *Magia naturalis* (1567). Auch Boyle kannte diese Präcipitation des Silbers mit Quecksilber, desgleichen die mit Kupfer, deren schon Basilus Valentinus und auch Kunkel gedenkt.

*) Hist. nat. Lib. 7. Cap. 57. Bd. II. p. 49.

Glauber führt ferner an, daß flüchtiges Alkali den Niederschlag, welchen es mit Silberlösung gibt, wieder auflöst; auch kannte er bereits die Krystalle, welche aus der mit flüchtigem Alkali übersättigten Lösung des Silbers anschießen, welche er als ein *vitriolum lunae* bezeichnete. — Marggraf machte später (1745) auf die Löslichkeit des durch flüchtiges Alkali in einer Silberlösung entstehenden Niederschlags, in einem Uebermaß des Fällungsmittels, aufmerksam. Der Letztere that auch 1746 dar, daß das Silber mit vegetabilischen Säuren verbunden werden könne.

Geber lehrte das salpetersaure Silberoxyd in krystallisirtem Zustande kennen; denn er sagt in seiner Schrift *de inventione veritatis* *): *Dissolve Lunam (Silber) calcinatum in aqua dissolutiva (Salpetersäure), quo facto, coque eam in phiala cum longo collo, non obturato ori per diem solum, usque quo consumetur ed ejus tertiam partem aquae, quo peracto pone in loco frigidus et devenient lapilli ad modum cristalli fusibiles.* Albertus Magnus war es bekannt, daß die Auflösung des Silbers in Salpetersäure die Haut dauernd schwarz färbt. Angelus Sala lehrte gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts durch Schmelzen den sogenannten Höllestein aus dem salpetersauren Silberoxyd bereiten.

Schwefelsaures Silberoxyd wurde in Auflösung durch Glauber dargestellt; denn er sagt in seinen *Furnis novis philosophicis* (1648): „*Solvire Rasuram Lunae mit einem rectificirten Oleo vitrioli, mit Zuthun des Wassers, doch nicht so viel als beim Marte und Venere geschehen.*“ Boyle war bekannt, daß das Vitriolöl mit Silberlösung einen Niederschlag gibt, welchen er, seiner Schmelzbarkeit wegen, mit dem Hornsilber verglich. Kunkel that dar, daß zur Auflösung des Silbers in Schwefelsäure, Hitze angewandt werden muß.

Das Chlor Silber scheint schon den Alten bekannt gewesen zu sein; wenigstens scheint Plinius' Angabe über die Färbung des Silbers auch auf die Bildung von sich schwärzendem Chlor Silber zu gehen, indem er sagt: *Argentum medicatis aquis (wahrscheinlich Schwefelwasser gemeint) inficitur, atque etiam afflatu salso, sicut in mediterraneis Hispaniae.* Auch Geber und Raymond und Lull scheinen auf die Bildung des Chlor Silbers hinzudeuten. Basilus Valentinus spricht von einem: „reinen geschiedenen Silberkalk, der mit reinem Salz niedergeschlagen werde und wohl ausgekocht auch ganz trocken worden sei“; auch von einem Körper, welcher aus Silber, Salpetersäure und Kochsalz, das mit Kalk geglüht worden, erlangt werden soll, und welchen man so erhitzen soll, „daß die Materie im Glase wohl fließe; dann nimms aus, so ist die Luna schön, durchsichtig, bläulich wie eine ultramarin.“

Libavius spricht sich deutlich aus über den Niederschlag, welchen Kochsalzwasser mit Silberlösung hervorbringt: „*Solutio (argenti) descenditur in hunc modum; sextuplum aquae calidae, in qua momentum salis sit solutum, in vas cupreum pinguedine non infectum inmitte. Affunde aquam solutionis argenti;*

*) C. XXI. p. 732. edit. 1572. (Avic. u. Geber), (s. dieselbe citirte Stelle S. 22.) und edit. 1545. Cap. 21. p. 180.

commisce cum ligneo bacillo, et aqua vesiculas seu bullas ejicit, argentum vero descendit instar vermiculorum casu minutorum. Sine quiescere per diem medium, aut amplius, et colligitur argentum coloris, coerulei instar seri lactis. — Calcem argenti (ita enim vocant e consueto) lava aqua dulci tepida aliquoties, ut abscedat acrimonia; sicca in levi concha; ea est calx lunae. — — Nota quod soleat etiam circa fundum haerere illa calx nubeculae, vel pelliculae, quam possis eximere cochleari. Als Luna cornea Hornsilber, wurde das geschmolzene Chlorsilber zuerst von Crell in dessen *Basilica chymica* (1608) bezeichnet. Glauber gedenkt der Löslichkeit in Ammoniak (1648) indem er sagt: „Man kann dieselbe“ (Silberlösung) „mit Salzwasser niederschlagen, abfließen und trocknen, gibt einen calcem, welcher mit gelindem Feuer schmelzet, einer sonderbaren Eigenschaft, er sich in spiritu urinae, salis armoniaci, cornu cervi, succini, fuliginis et capillorum jene auflöset und in gute Medicamente bereiten läßt.“ — M. Lémery empfahl, das Hornsilber mittelst schwarzen Flusses (durch Erhitzen von Salpeter, Weinstein und Kohle erhalten) zu reduciren, Kunkel, Potasche zu diesem Zwecke anzuwenden; Marggraf 1749, das Hornsilber mit Ammoniak und Quecksilber zu behandeln und das sich bildende Amalgam zu zerlegen.

Das detonirende Silberoxyd-Ammoniak scheint schon Kunkel gekannt zu haben. — Berthollet lehrte 1788 die Darstellung des nach ihm benannten Knallsilbers kennen und Higgins entdeckte 1795, daß sich aus der Lösung des Silberoxyds in Ammoniak Krystalle absetzen, welche als reines Knallsilber betrachtete.

Gold (Au).

Dieses edle Metall wird schon in den ältesten Schriften der Israeliten erwähnt. Plinius*) sagt: Auri metalla ut conflaturam Cadmus Phoenix ad Pangaeum montem invenit: ut alii, Thoas et Eaelis in Ponchaia. Außerdem rühmt Plinius die Unveränderlichkeit des Goldes im Feuer, so wie auch dessen Beständigkeit an der Luft und gegen Säuren. Er wußte, daß sich das Gold gediegen findet, während den anderen Metallen die regulinische Gestalt erst durch metallurgische Prozesse gegeben werden müsse; auch war die außerordentliche Dehnbarkeit des Goldes damals schon bekannt. Plinius unterschied schon richtig die Ausdehnbarkeit und die Steifheit des Goldes als zwei verschiedene Eigenschaften; er betrachtete auch das Gold als das ausdehnbarste Metall, erwähnt aber auch, daß es an Bildsamkeit dem Blei nachstehe**).

Daß das Gold, bei den Alten durch Ausziehen mit Blei geschah, resp. das unreine Gold durch Blei gereinigt wurde, berichtet Plinius ebenfalls und ist früher schon angeführt worden. Die Alten wandten zur Scheidung des Goldes

*) Hist. nat. Lib. VII. Cap. 57. Bd. II. p. 48.

§ **) S. ibid. Hist. nat. Lib. 33. Cap. 2, 13, 14, 19 u. f. w.; auch Lib. 35. Cap. 15. und 52.

vom Silber Cementation an; auch wurden Versuche angestellt, die beiden Metalle auf nassem Wege von einander zu trennen.

Die Salpetersäure soll zur Scheidung des Goldes und Silbers im Großen zuerst in Venedig gegen das Ende des 15. Jahrhundert angewandt worden sein, und im Anfange des 16. Jahrhunderts scheint das Verfahren in Frankreich im Großen ausgeübt worden zu sein. Der Franzose Budé sagt in seiner 1516 zuerst erschienenen Schrift de asse, daß ein gewisser Le Coigne zu Paris eine Goldwäsche oder Goldscheidung auf nassem Wege angelegt habe. Brandt behauptete 1748 in den Schriften der Stockholmer Akademie, bei der Einwirkung von Scheidewasser auf eine sehr silberreiche Legirung, löse sich Gold mit dem Silber auf. Es wird sogar behauptet, daß Kunkel in seinem Laboratorio chymico die Schwefelsäure als ein Scheidungsmittel für Gold und Silber erwähnt habe.

Scheffer sagt 1752 und 1753 in zwei Abhandlungen über die Geschichte der Metallscheidung: „Die Vitriol- oder Schwefelsäure löset das Silber ebenfalls auf, wenn kein Wasser darunter ist, aber das Gold rührt sie nicht im geringsten an, so daß Silber und Gold sich auch dadurch vollkommen von einander sondern lassen.“

D'Arcet führte 1802 die Scheidung des Goldes und Silbers mittelst Schwefelsäure in die Praxis ein. — Zur Scheidung einer goldreichen Legirung Königswasser („spiritus salis, mit gemeinem Salpeter, den man darin zergehen ließ, gestärkt“ oder Salpetersäure mit Salmiak vermischt) anzuwenden, wurde als ein ganz neues Verfahren von Seiten Glauber's gerühmt.

Auch die Vergoldung wird schon von Moses erwähnt; jedoch bestand damals diese Kunst ohne Zweifel nur in dem Belegen mit dünn geschlagenem Golde. Zu Plinius' Zeiten kannte man die Vergoldung von Marmor und Holz durch Aufkleben von Goldblättchen und auch die von Metallen (namentlich Kupfer) mittelst Quecksilber.

Zu Herodot's Zeit (in dem 5. Jahrhundert vor Christi) war in Griechenland der Werth eines bestimmten Gewichts Gold gleich dem des sechszehnfachen Gewichts Silber. Der Werth des Goldes verminderte sich wegen der Menge Gold, welches von Persien aus nach Griechenland kam, so daß der Werth des Goldes nur das Zwölfs- oder Zehnfache von dem des Silbers war.

Von der Auflösung des Goldes ist zuerst bei den arabischen Alchemisten die Rede. Geber wußte, daß das Königswasser Gold*) auflöst; auch war die Lösung des Goldes in Königswasser allen späteren Alchemisten bekannt. Daß aus solcher Lösung Krystalle sich bilden können, behauptete zuerst Basilus Valentinus, dessen Lösung übrigens salmiakhaltig war, so daß die gebildeten Krystalle wahrscheinlich Chlorgold-Salmiak waren. Die Fällung des Goldes durch Quecksilber kannten auch die späteren Chemiker, namentlich Boyle, welcher 1663 als

*) S. d. S. 22. citirte Stelle aus Gebri de inventione veritatis C. XXIII. p. 182 edit. 1572 p. 734. (quia solvit Solem (Gold) &c.

wenig bekannte Sache anführt, daß die Goldsolution der Haut, den Nägeln, dem Elfenbein und dergleichen eine dauerhafte Purpurfarbe mittheilt. Glauber scheint auch schon ein Mittel gekannt zu haben, das Gold aus der Auflösung metallisch niederzuschlagen. Die Reduction des Goldes aus seiner Lösung, mittelst organischen Materien, kannte auch Kunkel, denn er sagt z. B.: „Warum präcipitirt der Essig das Gold und andere Metalle so schön in ihrer Farbe, als wann es Muschelgold, oder Silber oder sonst klar und schön gefärbt, und kann man Gold, Silber, Kupfer in ihrer rechten natürlichen Farbe niederschlagen? es geschieht auch mit Spiritu vini, ein jedes mit seinem Handgriff, doch nicht so schnell als mit dem Essig etc.“ Auch die Fällung mit (kalt bereiteter) salpetersaurer Quecksilberlösung und mit Vitriol kannte Kunkel ebenfalls.

Eisenvitriol empfahl Brandt 1752 als Fällungsmittel des Goldes.

Die Darstellung des Knallgoldes wurde zuerst im 15. Jahrhundert durch Basilius Valentinus beschrieben. Er empfahl ein Pfund gutes starkes Scheidewasser zu nehmen, darin acht Loth Salmiak zu solviren, das Ganze so oft zu destilliren und durch den Helm zu rectificiren, bis keine feces mehr im Grunde bleiben, sondern ganz rein und durchsichtig über sich steigt. Hierauf soll man dünn geschlagene Goldrollen, zuvor durch den Antimonium gießen, sie in einen Kolben thun, Aquam regis darauf und soviel als möglich Gold darin auflösen; wenn das Gold alles sich solviret hat, so soll ein wenig oleum tartari (zerflossenes kohlensaures Kali) darin gegossen oder sal tartari in reinem Brunnenwasser aufgelöst und daran gegossen werden; es wird dann anfangen sehr zu brausen. Wenn es verbrauset hat, so wird wiederum das Oel darein gegossen welches so oft geschehen soll, bis das aufgelöste Gold aus dem Wasser alles zu Boden gefallen, und sich nichts mehr niederschlagen will, sondern das Aqua regis ganz hell und lauter wird. So wie das geschehen, ist Aquam Regis von dem Goldkalk abzugießen und mit gemeinem Wasser zu 8, 10 oder 12 Malen zum allerbesten abzusüßen. Sowie der Goldkalk sich wohl abgesetzt hat, ist das Wasser davon zu gießen und der Goldkalk in der Luft zu trocknen; aber weder Sonnenschein, noch Feuer darf einwirken, weil das Pulver bei einer großen Hitze sich entzündet.

Der Name: „Knallgold“, aurum fulminans wurde dem ebenesagten Präparat durch Beguin beigelegt, sonst wurde es im 17. Jahrhundert auch aurum volatile genannt. Glauber sagt 1648, Gold, welches mit flüchtigem Laugen-salz niedergeschlagen sei, fulminire viel früher, als wenn es durch ein Oleum Tartari gethan wäre.“

Die mancherlei Ansichten, welche über die Zusammensetzung des Knallgoldes ausgesprochen wurden, mögen da sie meistens vage waren, hier übergangen werden, dagegen verdient Erwähnung, daß Bergman die Gegenwart von Ammoniak zur Bildung des Knallgoldes als nothwendig erwies, und daß nicht knallender Goldkalk durch Digestion mit Ammoniak in Knallgold übergeht; er betrachtete dieses als aus Goldkalk und Ammoniak bestehend, war aber übrigens der Ansicht, daß das letztere nicht seiner ganzen Substanz nach, sondern nur seinem brenn-

baren Bestandtheil, auch die Ursache der Detonation abgebe. Scheele theilte dieselbe Ansicht und untersuchte auch die Luft, welche bei der Detonation desselben entsteht und bemerkte an ihr die Eigenschaften des Stickgases; außerdem fand er darin etwas Ammoniak.

Scheele nahm an, die Detonation des Knallgoldes beruhe auf der Einwirkung der Wärme, die aus Feuerluft (Sauerstoff) und Phlogiston bestehe, auf das Knallgold, die Verbindung aus Golderde und flüchtigem Alkali, welches letztere aus verdorbener Luft (Stickgas) und Phlogiston zusammengesetzt sei. Die von Dumas über die Constitution des Knallgoldes ausgesprochenen Ansichten, welche sich in den vollständigen Lehrbüchern der Chemie finden, dürfen hier übergangen werden.

Was das Rubin glas und den Goldpurpur betrifft, so behauptete Libavius, daß das Glas mit Goldauflösung wohl rubinroth gefärbt werden könne, was wahrscheinlich daher rührt, weil die Alchemisten jeder Zeit das Gold mit rother Färbung in Beziehung setzten, obwohl Libavius wirklich auch für die Bereitung mehrerer Edelsteine den Zusatz von Gold empfiehlt. Glauber deutet, in Folge angestellter Versuche, darauf hin, daß er beim Schmelzen von Gold und weißen Salzen eine blutrothe Färbung erhalten habe.

Auch Tachenius erwähnt in seinem *Tractat de morborum principe* (1668), daß Knallgold mit Glas geschmolzen diesem eine Purpurfarbe ertheile. Uebrigens wurde der Färbung des Glases durch Gold mehr Aufmerksamkeit geschenkt, nach dem man jenes Metall in Gestalt von Goldpurpur zu gewinnen und dem Glase zuzusetzen gelernt hatte. Andreas Cassius*) (1632) war es, welcher die Fällung des Goldes aus seiner Lösung durch Zinnlösung kannte; aber auch Joh. Christ. Orschall gedenkt derselben, indem er hinzufügt, daß er die Methode von Cassius gelernt habe. Auch scheint Kunkel, schon vor der Veröffentlichung jener Bereitungsweise, mit der Färbung des Glases durch Gold sich beschäftigt zu haben. Er erwähnt z. B. in seinem *Laboratorio chymico*, wo er von dem Zinn handelt, dessen Auflösung in Königswasser, er beschreibt: „Mit dieser Solution wird das Gold so schön von Farbe präcipitirt, daß es nicht schöner sein kann, dadurch das Krystallglas die schönste Rubinfarbe erlanget.“

Die Kenntniß der Dryde des Goldes schreibt sich aus viel neuerer Zeit her, denn was früher als Goldfalk bezeichnet wurde, war nur fein zertheiltes Gold. Bergman behauptete zuerst, daß der aus Goldsolution mit fixen Alkalien entstehende Niederschlag ein feines Phlogistons beraubtes Gold sei. — Das Goldoxyd lehrten Proust (1806) und Obergkampff (1811) kennen, von denen letzterer auch zuerst vom Schwefelgold Kunde gab. — Goldoxydul und Goldchlorür wurden 1811 durch Berzelius entdeckt.

Platin (Pt).

Ueber die erste Erkenntniß des Platins sind viele unsichere Behauptungen aufgestellt worden, so daß man sogar hat behaupten wollen, den Römern sei schon

*) S. Thl. I. S. 80.

das Platin bekannt gewesen. Aber so viel wir wissen, ist die Bekanntschaft des Platins nicht so alt, wenn auch schon im 16. Jahrhundert das Platin beobachtet zu sein scheint; namentlich deutet Julius Cäsar Scaliger (1558 gestorben) darauf hin. Etwa zweihundert Jahre später beschäftigten sich die Chemiker vielfach und dauernd mit dem Platin. Don Antonio de Ulloa gedenkt dieses Metalls 1748 in einer Schrift und als ein eigenthümliches wurde es zuerst 1750 von Watson in den Philosophical Transactions beschrieben. Eine genaue chemische Untersuchung wurde 1752 durch Scheffer in den Abhandlungen der Stockholmer Akademie geliefert. Die Ueberschrift sagt, daß sie „von dem weißen Gold, oder siebenten Metall, in Spanien Platina del Pinto, kleines Silber von Pinto genannt“ handle. — Platina ist nämlich das Diminutiv von Plata, der spanischen Bezeichnung für Silber; der Beiname „del Pinto“ wurde ihm gegeben, weil man zuerst auf ihr Vorkommen im Goldsande des Flusses Pinto achtete. Ferner wurde in den Philosophical Transactions für 1753 eine Reihe von Arbeiten über das Platin durch Lewi's veröffentlicht, welche übrigens, den dabei gegebenen Nachrichten zufolge, erst im Jahre 1754 der Royal Society mitgetheilt wurden. Marggraf veröffentlichte ebenfalls 1757 in den Schriften der Berliner Akademie eine Untersuchung über das Platin; auch Macquer und Beaumé beschäftigten sich mit eben demselben Gegenstande. Bergman veröffentlichte eine Abhandlung reichhaltigen Inhalts über das Platin. Er beschrieb den Niederschlag, welcher in einer Platinlösung durch Ammoniak erzeugt wird, den Platinsalmiak und ebendenselben, welchen Kali erzeugt (Platinchlorid-Chlorkalium) als ein rothes krystallinisches Pulver, welches bei allmäliger Entstehung octaëdrische Krystalle zeige. Auch war ihm bekannt, daß Platinlösung durch Kalkwasser beim Sonnenlicht gefällt wird. Sehr eifrig beschäftigte sich namentlich auch im Jahre 1772 Graf von Sickingen mit dem Platin; derselbe stellte Platinblech und Platindraht dar. Obgleich auch Andere darauf aufmerksam machten, so sind doch Sickingen's Arbeiten die wichtigsten, welche im vorigen Jahrhundert über das Platin bekannt wurden. Sie waren sämmtlich mit amerikanischem Platin ausgeführt. Denn am Ural nahm man erst 1819 in den Goldwäschereien Körner eines weißen Metalls wahr, dessen Natur unbekannt war, und 1823 entdeckte man Platin in denselben.

Was die Bearbeitung des Platins anlangt, so wurden in dieser Kunst sehr langsame Fortschritte gemacht.

Achar d beschrieb 1784, daß der aus Platin und Arsenik zusammengeschnitzene Körper den Arsenik fahren läßt, und daß schmiedbares Platin zurückbleibt; er stellte damals einen Platintiegel dar, welcher wahrscheinlich der erste war, der überhaupt dargestellt worden ist. Ebendieselbe Methode wurde 1787 zu Paris angewandt. Indessen gehörten Platingeräthschaften bei den Chemikern zu Seltenheiten. Wollaston soll zu Anfang dieses Jahrhunderts mit der Darstellung eines schmiedbaren Platins sich beschäftigt haben, hielt aber das Verfahren lange Zeit geheim. Knight in London veröffentlichte 1800 ein Verfahren, um Platin dehnbar zu machen, es schrieb

dieser nämlich ein Verfahren vor, das rohe Platin aufzulösen, mit Salmiak zu fällen, den getrockneten Niederschlag in eine konische Form von Tiegelmasse einzustampfen, ihn darin zum Glühen zu erhitzen und mittelst eines Stempels von derselben Masse zusammenzudrücken; man erhalte das Platin als eine zusammenhängende Metallmasse, die weiter bearbeitet werden könne. Auch Barruel beschrieb 1822 eine ähnliche Methode, nach welcher das Platinpulver erst in einem Tiegel zusammengedrückt, geglüht und dann in einer Stahlform stark gepreßt werden sollte. — Wollaston veröffentlichte sein Verfahren erst im Jahr 1828.

Sehr interessant und wichtig ist jedenfalls die Wirkung des Platins auf Wasserstoffgas und Weingeistdampf, zu deren Erkenntniß H. Davy gewiß die Veranlassung gab. Derselbe theilte der Royal Society zu London im Jahr 1817 mit, daß in Gemengen aus Sauerstoffgas oder atmosphärischer Luft mit Wasserstoff- und Kohlenoxyd, ölerzeugendem oder Chongas, oder mit Blausäure-, Weingeistäther- oder Terpentindampf Platindraht (oder Blech), welche nicht bis zum Glühen erhitzt, hineingethan wird, erglüht und, daß das Gemenge dabei langsam, und in einigen Fällen selbst rasch verbrennt. Erman zeigte in Berlin 1818, daß seiner Platindraht, um diese Erscheinung in den Gasgemengen hervorzubringen, vorher nur auf 50 bis 51° erwärmt zu werden braucht. E. Davy, Professor der Chemie zu Dublin, machte im Jahre 1820 die Entdeckung, daß der Körper, welcher durch Fällen einer Platinlösung mit Schwefelwasserstoff, Behandeln des Niederschlags mit Salpetersäure, Abdampfen, Kochen des Rückstandes mit Alkohol erhalten wird, mit Weingeist befeuchtet an der Luft unter Verbrennung des Weingeistes erglüht.

Der Theil I. erwähnte Chemiker Döbereiner entdeckte im Jahr 1822, daß der Rückstand von der Erhitzung des Platinsalmiaks, schwach erwärmt und mit Alkohol an der Luft in Berührung gebracht, ebendieselbe Erscheinung wahrnehmen läßt, und 1823, daß fein zertheiltes Platin einen Strom von Wasserstoffgas sogleich entzündet. Die Anwendung, welche hiervon auf die Döbereiner'sche Zündmaschine gemacht wurde, ist genugsam bekannt, obgleich dieser Apparat, welcher früher sehr verbreitet war, gegenwärtig durch andere Zündmittel gänzlich verdrängt worden ist. —

Palladium (Pd).

Dieses edle, dem Platin ähnliche Metall von 11,4 spez. Gewicht, wurde zuerst im Jahr 1803 bekannt, Chenevix veröffentlichte seine Versuche über dasselbe vor der Royal Society, welche sie in den Philosophical Transactions abdrucken ließ; jedoch ist Wollaston 1804 die eigentliche Entdeckung zuzuschreiben, denn derselbe beschrieb das Verfahren, wie es aus den Platinerzen ausgezogen werden könne. Von Zinken wurde es auch am Harz in silberhaltigen Erzen gefunden. Uebrigens widmeten sich Clauß, Berzelius und Andere vorzugsweise den Untersuchungen des Palladiums. — Der Name ist, wie schon angegeben worden, von dem durch Olbers 1802 entdeckten und als Pallas bezeichneten Planeten entnommen.

Rhodium (Rh).

Wollaston, welcher 1803 sich als Entdecker des Palladiums nannte, digte zugleich an, daß auch ein neues Metall, das Rhodium, in dem re Platinerz enthalten sei. Der Name: „Rhodium“ ist nach dem griechischen Wort *ῥόδον*, rosig, entnommen, weil die sauren Lösungen desselben gewöhnlich eine rosenrothe Farbe besitzen. —

Wollaston*) fand in brasilianischem Platinerz 0,4 Proc.; Frémy entdeckte es später vorzugsweise in den pulverigen körnigen Theilen der Platinrückstände. Es wird als ein fast silberweißes Metall von 12,1 spez. Gewicht erhalten. — Um die weitere Untersuchungen sowie die Verbindungen des Rhodiums machten sich Claus, H. Rose, Berzelius u. verdient.

Iridium (Ir). Osmium (Os).

Im Jahr 1802 entdeckte Smithson Tennant, (der Sohn eines englischen Geistlichen, zu Selby in Yorkshire 1761 geboren), in dem Rückstande, welcher bei Behandlung des rohen Platinerzes mit Königswasser bleibt, besondere Eigenschaften, welche ihn zu der Vermuthung führten, daß derselbe ein neues Metall enthalte. Während er mit dieser Untersuchung beschäftigt war, veröffentlichte Descotils (Hippolyte, Victor Collet-Descotils zu Caën 1773 geboren), seine Untersuchung über denselben Gegenstand im Jahr 1803. Auch Fourcroy und Bauquelin beschäftigten sich ebenfalls mit dem Platinrückstande, welcher bleibt, wenn rohes Platin mit Königswasser digerirt worden ist, indem sie denselben mit Aetkali in der Hitze behandelten, die gebildete und in Wasser gelöste Masse mit Salzsäure neutralisirten, wonach sie eine gelbe Flüssigkeit erhielten. Hieraus stellten sie ein Metall dar, welches sich nur äußerst schwierig in Königswasser löst, und dessen Lösung durch Salmiak nicht niedergeschlagen wurde. Sie erklärten dieses Metall für ein neues und glaubten, es ertheile mit Platin vereinigt dem Salmiakniederschlag des letzteren eine dunkle Färbung. — Sie waren in ihren 1804 veröffentlichten Untersuchungen der Ansicht, daß sie ein neues Metall gefunden hätten und gaben dafür an: es sei spröde, könne aber auch zum Theil durch Hitze verflüchtigt werden; sei fast unangreifbar selbst durch Königswasser, oxydire sich aber durch Erhitzen mit Aetkali u. Bald darauf that Smithson Tennant dar, daß in dem Rückstande der Einwirkung des Königswassers auf rohe Platina zwei neue Metalle sich befinden, welche er als Osmium (von dem griechischen Worte *ὀσμή*, Geruch, wegen des eigenthümlichen Geruchs seines flüchtigen Oxyds) und Iridium (wegen der Verschiedenheit der Farbe, welche seine verschiedenen Oxyde in Verbindung mit Säuren haben), nach *ἶρις*, bezeichnete.

*) William Hyde Wollaston, der Sohn eines Geistlichen zu Chiselmhurst war 1766 geboren. Er studirte Arzneikunde zu Cambridge und London und wurde 1793 Mitglied der Royal Society, später auch Secretär dieser Anstalt. Er starb im Anfang des Jahres 1829.

Ruthenium (Ru).

Dieses Metall ist durch Claus*) im Jahr 1845 (s. Journal für praktische Chemie, Bd. 34, S. 137 und 420; Bd. 39, S. 88 u. f. f.; Annalen von Wöhler und Liebig, Bd. 56, S. 257; Bd. 59, S. 234) in dem Rückstande der Platinerze entdeckt worden. Es ist ein Bestandtheil des Osmium-Iridiums, in welchem es mit Platin und Rhodium vorkommt. — Der Name ist nach Ruthenia (Rußland) gewählt worden, weil es Claus zuerst in den russischen Platinerzen entdeckte, obgleich schon Osann**) 1828 Ahnungen, hinsichtlich der Existenz des genannten Metalls, gehegt hatte.

Das Ruthenium wurde nach vorausgegangener Behandlung der Platinrückstände mittelst Chlorgas, Ammoniak, Salpetersäure *z.*, aus dem Rutheniumoxyd mittelst Wasserstoffgas als ein metallglänzendes, grauweißes Pulver von 8,6 spez. Gewicht erhalten; auch verschiedene Oxydationsstufen (Oxydul RuO , Sesquioxydul Ru_2O_3 , Oxyd RuO_2 , Rutheniumsäure RuO_3), sowie Verbindungen mit Halogenen, Schwefel *z.* wurden entdeckt.

*) Carl Ernst Claus (Dr. phil.), zunächst Apotheker in Kasan 1821—1831, alsdann von 1837—1852 Professor der Chemie an der Universität zu Kasan und seit dieser Zeit Professor der Pharmacie und Director des pharmaceutischen Instituts der Universität Dorpat; geboren daselbst 1796.

**) Gottfried Wilhelm Osann, geboren zu Weimar 1797, kürzlich zu Würzburg gestorben, war Privatdocent der Chemie und Physik 1819 zu Erlangen, 1821—1823 zu Jena; dann Professor der Chemie und Pharmacie zu Dorpat (1823—1828) seit dieser Zeit bis zu seinem Tode Professor der Physik und Chemie zu Würzburg.

c. Die elektronegativen Metalle.

Zinn (Sn).

Dieses Metall soll schon den Hebräern unter dem Namen: „Bedil“, den Griechen als *κασσίτερος* und den Römern als *plumbum candidum* oder *stannum* bekannt gewesen sein; aber genauere Nachforschungen thaten dar, daß mehreren dieser Ausdrücke erst viel später die Bedeutung „Zinn“ beigelegt wurde; gewiß ist aber jetzt, daß auf die Kenntniß des Zinns in älterer Zeit nicht unbedingt aus dem Vorkommen der obigen Bezeichnungen geschlossen werden darf. Auch ist ungewiß, daß unter den Waaren, welche die Phönizier aus entfernteren Gegenden zu den östlich wohnenden Völkern gebracht haben sollen, Zinn gewesen sei, wie man längere Zeit darauf hin behauptete, daß *κασσίτερος* der Griechen, ohne Bedenken für Zinn gehalten wurde.

Mit Bestimmtheit läßt sich wohl behaupten, daß in dem 1. Jahrhundert unserer Zeitrechnung unter *κασσίτερος* unser heutiges Zinn verstanden sei, und daß dieses schon das *plumbum candidum* oder *album* der Römer gewesen sei. Plinius sagt wenigstens ausdrücklich, daß *plumbum candidum* und *cassiteron* einerlei sein. Uebrigens pflegten die alten Römer mit *plumbum nigrum* und *plumbum candidum* oder *album* Blei und Zinn zu bezeichnen, woraus zu schließen ist, daß beide Metalle lange für nicht wesentlich verschieden gehalten wurden.

Bei Plinius finden wir auch die Bezeichnung *stannum*, welche später allgemein für Zinn gebraucht wurde, und aus welcher für mehrere Sprachen die Benennung dieses Metalls gebildet wurde, wiewohl der Ausdruck *stannum* nicht allein für Zinn, sondern zur Bezeichnung verschiedener Legirungen dieses Metalls benutzt worden ist, und bei Plinius*) selbst ist *stannum* nicht Zinn, sondern es scheint jener Ausdruck nur zur Bezeichnung verschiedener Metalllegirungen benutzt worden zu sein. Im 4. Jahrhundert ist *stannum* für Zinn gebraucht worden. Geber**) war das Zinn wohl bekannt, denn er gedenkt der Eigenschaften,

*) Hist. nat. Lib. 34. Cap. 47, 48, 49. Bd. 4 p. 424. u. f. f.

**) S. Gebri de investigat. Cap. VI. u. Summa perf. p. II. Lib. II. Cap. X. u. XIV.

namentlich des Geschreis resp. des Knirschens oder Geräusches beim Biegen. Das Verzinnen kupferner Gefäße war ebenfalls schon zu Plinius Zeiten bekannt, denn er sagt 3. B.*), *Plumbum album in coquittur aëreis operibus Galliarum inventa, ita ut vix discerni possit ab argento, eaque incoctilia vocant.* — *Stannum illitum aeneis vasis, saporem gratiorem facit, et compescit aeruginis virus; mirumque, pondus non auget* **). Die Verzinnung des Eisens findet jedoch so wenig bei Plinius wie bei Agricola Erwähnung.

Agricola spricht zwar von der Kunst, Eisen gegen Rost zu schützen, aber dennoch scheint die Verzinnung des Eisens damals wenig allgemein gewesen zu sein und, wie gewöhnlich angegeben wird, soll sie erst in Böhmen um das Jahr 1620 ermittelt worden sein.

Daß das Zinn sich leicht verfallen läßt, war zwar früh bekannt, aber dennoch wurden die verschiedenen Oxydationsstufen dieses Metalls erst spät unterschieden. B. Pelletier that zuerst 1792 dar, daß sich das Zinn in zwei Verhältnissen mit Sauerstoff vereinigen und so zwei Reihen von Salzen bilden kann. Proust führte Pelletier's Untersuchungen weiter aus; jedoch herrschte immer noch Ungewißheit über die wahre Anzahl der Verbindungen des Zinns mit Sauerstoff; so hielten z. B. einige Chemiker im Anfang dieses Jahrhunderts die gewöhnliche Zinnasche für ein Oxyd, das weniger Sauerstoff enthalte, als das jetzt sogenannte Zinnorydul. Durch Berzelius wurden 1812 drei Oxyde des Zinns unterschieden, das in der Auflösung des Metalls in Salzsäure enthaltene, ferner ein anderes, welches aus dem wässerigen Zinnchlorid durch Alkalien niedergeschlagen werden kann, und das durch die Einwirkung von Salpetersäure auf Zinn entstehende. Seiner Ansicht zufolge, sollte das zweite auf dieselbe Menge Zinn anderthalb, das dritte doppelt so viel Sauerstoff als das erstere enthalten. Die Annahme, daß das aus Zinnchlorid gefällte Oxyd und das mittelst Zinn und Salpetersäure dargestellte im Sauerstoffgehalt verschieden seien, gründete sich hauptsächlich auf ihr verschiedenes chemisches Verhalten. J. Davy that indessen in demselben Jahre dar, daß der Chlorgehalt in dem Zinnchlorür und dem Zinnchlorid sich verhalte, wie der Sauerstoffgehalt in dem Zinnorydul und dem mit Salpetersäure bereiteten Zinnoryd, woraus zu schließen war, das in dem wässerigen Zinnchlorid anzunehmende Zinnoryd habe denselben Sauerstoffgehalt, wie das mit Salpetersäure bereitete. Auch Gay-Lussac äußerte 1816 die Vermuthung, das aus wässerigem Zinnchlorid durch Alkali ausgeschiedene Zinnoryd sei dieselbe Oxydationsstufe, wie das natürliche, mit Salpetersäure dargestellte Zinnoryd, und dieses wurde auch von Seiten Berzelius' bestätigt.

Schwefelzinn. Auch von der Verbindung des Schwefels mit geschmolzenem Zinn spricht Kunkel in seinem *Laboratorium Chymicum*, wiewohl die Angaben unbestimmt sind. — Das Musivgold wurde im 18. Jahrhundert unter den verschiedenen Namen: „unechtes Malergold, Judengold, aurum mosai-

*) Hist. nat. Lib. 34. Cap. 48. Bd. 4. p. 425. — S. a. Avicen. Dict. VI.

**) ibid. Lib. 34. Cap. 48. Bd. 4. p. 424.

eum oder musivum“ u. als Malerfarbe angewandt. Damals stellte man es auch schon durch Erhitzen von Zinnamalgam mit Schwefel und Salmiak dar; indessen wurden im Jahre 1771 vollständigere Versuche durch den Engländer Peter Woulf angestellt. B. Pelletier hielt 1792 Schwefel mit höchst oxydirtem Zinn, Proust 1805 Schwefel und Zinn mit sehr wenig Sauerstoff verbunden für die Bestandtheile des Musivgoldes. — J. Davy und Berzelius bewiesen 1812 die Abwesenheit des Sauerstoffs in dieser Verbindung.

Des Chlorzinnns gedenkt Libavius in seiner Praxis alchymiae im Jahre 1605 und in seinem Syntagma selectorum arcanorum 1611 der rauchenden Flüssigkeit, welche man durch Destillation des Zinns oder Zinnamalgams mit Quecksilbersublimat erhält. Diese Flüssigkeit wurde nach ihm spiritus argenti vivi sublimati, später gewöhnlich spiritus fumans Libavii genannt. Demachy beobachtete später im Jahr 1770, daß sie mit wenig Wasser zu einer krystallinischen Masse erstarre. — Wässeriges Zinnchlorid, durch Auflösen von Zinn in Königswasser erhalten, ist seit 1630 bekannt; denn zu jener Zeit wurde dieses Präparat durch Drebbel für die Färberei benutzt.

Ueber salpetersaures Zinn bemerkte Boyle in seinen Reflections upon the hypothesis of alcali and acidum im Jahr 1675, daß die Salpetersäure das Zinn mehr zerfrisst, als auflöst; auch Kunkel beschäftigte sich viel damit, die Auflösung des Zinns in Salpetersäure zu erzielen und bemerkte, daß in der Wärme sich weißer Zinnkalk niederschlage.

Antimon (Sb).

Im Allgemeinen kannte man das in der Natur vorkommende Schwefelantimon, welches überhaupt zur Darstellung anderer Antimon-Verbindungen benutzt wurde, und Basilius Valentinus versuchte zuerst, solche gegen das Ende des 15. Jahrhunderts nämlich anzuwenden, desgleichen machte auch Paracelsus Anwendung davon und es war schon frühzeitig eine beträchtliche Anzahl von Antimon-Präparaten im arzneilichen Gebrauch.

Das natürlich vorkommende Schwefelantimon wurde von den Schriftstellern Dioskorides und Plinius*) als στίμμι und stibium bezeichnet, aber bei beiden finden sich weiter keine Angaben darüber, als daß in der Heilkunde eine äußerliche Anwendung davon gemacht werde.

Im Orient soll das Schwefelantimon von Seiten der Frauen benutzt worden sein, um die Augenbraunen zu färben.

Den arabischen Chemikern des 8. und 11. Jahrhunderts ist gleichfalls diese Substanz bekannt und in den lateinischen Uebersetzungen Geber's**) wird sie als Antimonium und bei anderen Autoren soll sie als Alkohol bezeichnet sein. Basilius Valentinus im 15. Jahrhundert kannte den Schwefelgehalt derselben und bald ward ermittelt, sie bestehe aus Schwefel und einem eigenthümlichen

*) Hist. nat. Lib. 33. Cap. 33. Bd. 4. p. 373.

**) de investig. Cap. 4. p. 484.

Metall. Kunkel zeigte in seinem Laboratorium chymicum, der Schwefel des rohen Antimons sei ein ganz gemeiner Schwefel, und er lehrte ihn durch Behandlung des Minerals mit Schwefelsäure abscheiden, und auch Boerhave zählte in seinen *Elementis chemiae* (1732)*) das rohe Antimon unter die *semimetalla sulphurea* (Schwefelmetalle).

Die Benennung „Spießglas“ findet sich im 15. Jahrhundert bei Basilius Valentinus und paßt auf die stengliche Form der am häufigsten natürlich vorkommenden Antimon-Verbindungen; und von jener Zeit kommt auch die Bezeichnung „Antimonium“ vor. (Die Bezeichnung Spießglanz ist indessen neuer als „Spießglas“.) Der Name „Antimonium“ soll nach mehrfachen Angaben davon abgeleitet sein, daß Basilius seine Spießglanz-Präparate zuerst an seinen Klosterbrüdern probirt habe, für welche dieselben aber eine ungünstige Wirkung geäußert habe. Indessen scheint es doch sehr ungewiß zu sein, daß die Bezeichnung aus jener Ursache gegeben worden sei.

Der Mineralkermes scheint Basilius gleichfalls bekannt gewesen zu sein; denn derselbe erwähnt, daß man den rohen Spießglanz zu einem rothen Körper sublimiren könne, wenn man ihn mit armenischem Salze mische. Bekannt wurde jedoch jener rothe Körper, als er unter dem Namen „Mineralkermes“ in den Arzneischatz aufgenommen worden war. Auch Glauber spricht schon in mehreren seiner Werke undeutlich von der Auflösung und dem Wiederabscheiden des rohen Spießglanzes in Kali, desgleichen Lémery, aber ihre Prozesse wurden unter der Menge von anderen Bearbeitungen des Antimons übersehen. 1714 wurde die Aufmerksamkeit auf das rothe Schwefelantimon gerichtet, als ein Mönch durch eine Arznei gerettet wurde, deren Bereitung der Letztere von einem Chemiker de la Rigerie, dieser von einem französischen Chemiker Chastenay und dieser von einem deutschen Apotheker, der Glauber's Schüler gewesen war, erfahren hatte. Durch diese Cur wurde die angewandte Arznei berühmt, welche nun als Geheimmittel von den Rathhäusern zu Paris verkauft wurde und deshalb zuerst den Namen *poudre des charteaux*, Rathhäuserpulver, erhielt. 1720 wurde die Bereitung dieses Metalls von Seiten des französischen Gouvernements erkaufte. Stabel beschrieb in seiner *Chymia dogmatico-experimentalis* 1728, daß sich nach dem Kochen von rohem Spießglanz mit Aetzkali nach dem Erkalten der Lösung, ein rothes Pulver abscheidet und nannte das Präparat figirten Spießglas-schwefel. — Cl. J. Geoffroy gab 1735 die Bereitungsmethode, wonach roher Spießglanz mit kohlensaurem Alkali zusammen geschmolzen und dann ausgekocht wird.

Geoffroy war der Meinung, daß der Kermes aus regulinischem Antimon, Schwefel und Alkali zusammengesetzt sei, und auch Macquer (1778) hegte die Ansicht, daß das Alkali ein wesentlicher Bestandtheil desselben sei, was indessen schon Beaumé (1773) läugnete.

*) p. 21.

Manche wollten das Alkali als nicht zur Zusammensetzung des Kermes gehörig ansehen und den Unterschied desselben von dem rohen Spießglanz darin finden, daß in dem erstern das Antimon verfallt, in dem letztern regelmäßig mit Schwefel verbunden sei; so wurde auch 1787 der Kermes als oxyde d'antimoine sulfuré rouge bezeichnet. Bergman hatte 1782 geäußert, die Basis des hepatischen Gases (Schwefelwasserstoffs) könne einen Bestandtheil des Kermes ausmachen, aber erst Bertholet stellte 1796 die Ansicht auf, es bilde mit Antimonoxyd den Kermes, den Goldschwefel und den Spießglanzsafran, und unter sich darnach verschieden seien je nachdem das in ihnen enthaltene Antimon mehr oder weniger oxydirt sei. Fourcroy behauptete 1797, der Kermes sei hydrothionsaures Antimonoxyd, der Goldschwefel dasselbe mit geschwefeltem Antimonoxyd verbunden. Diese Ansichten blieben länger getheilt. Berzelius erklärte 1821 den Kermes für wasserhaltiges Schwefelantimon und H. Rose (1825) und Fuchs (1833) bestätigten, daß er von dem rohen Spießglanz nur im Aggregationszustande abweicht.

Hinsichtlich des Goldschwefels, erwähnt Basilus Valentinus, daß aus einer lange mit rohem Spießglanz gekochten scharfen Lauge Essig eine rothe Substanz fälle und von Quercetanus wurde in dessen Pharmacopoea (1693) ein aus spießglanzhaltiger Schwefelleberlösung durch Säure niedergeschlagenes zuerst als sulphur auratum (Goldschwefel) bezeichnet. Glauber schrieb in seiner Pharmacopoea spagyrica (1654) vor, die bei der Bereitung des Spießglanzkönigs sich bildenden Schlacken aufzulösen und mit Essig zu fällen. Uebrigens herrschte in dem Gebrauch des Namens Sulphur auratum, sowie in der Benennung des jetzt so bezeichneten Präparats bei älteren Schriftstellern gar manche Verwirrung.

Das Antimonmetall ist als solches in dem Spießglanz mit Sicherheit erst im 15. Jahrhundert beschrieben worden.

Basilus Valentinus lehrte die Gewinnung dieses Metalls im 15. Jahrhundert zuerst bestimmt kennen, indessen hielt Basilus das regulinische Antimon für eine Abart des wirklichen Bleis. Seine Methoden, das Metall zu erzielen, wurden von allen folgenden Chemikern angewandt. Die meisten erkannten dasselbe als einen eigenthümlichen Stoff an, nur im 16. Jahrhundert kommen noch mancherlei Verwechslungen mit dem Wismuth vor.

Die Vorschrift, welche Basilus in seinem „Triumphwagen“ angab, lautete folgendermaßen: „Man nimmt gut ungarisch Spießglas und auch so viel rohen Weinstein und halb so viel Salpeter. Diese Stücke zusammenn klein gerieben und in einem Windofen wohl fließen lassen, und nach diesem ausgegossen in ein Gießbuckel und erkalten lassen, so findet man einen regulum“; durch Umschmelzen mit denselben Zusätzen soll er gereinigt werden.

Früher soll man auch das metallische Antimon in der Weise angewandt haben, daß man Becher daraus verfertigte, in denen man während der Nacht Wein darin stehen ließ und denselben alsdann trank. — Solche Brechfelche sind jedoch schon zu Boyle's Zeit in Abnahme gekommen.

Basilus Valentinus hatte schon darauf hingewiesen, daß das sternförmige

Gefüge auf der Oberfläche des regulinischen Antimon sich vorzüglich an dem mit Zusatz von Eisen bereiteten sich zeige und von vielen Chemikern wurde dies auch wiederholt.

Ob im Alterthum schon ein Unterschied zwischen dem Grauspießglanzerz und dem Weißspießglanzerz beachtet worden ist, scheint eine geringe Wahrscheinlichkeit für sich zu haben. Ersteres könnte der männliche, das zweite der weibliche Spießglanz sein, von denen Plinius spricht; denn derselbe sagt*): *Duo ejus (des Antimons) genere, mas et femina. Horridior est mas, scabriorque et minus ponderosus, minusque radians et arenosior; femina contra nitet, friabilis, fissurisque, non globis dehiscens.*

Basilius Valentinus sagt in seiner „Wiederholung des großen Steins der uralten Weisen“: „Man kann aus dem gemeinen regulo des Spießglases gar schöne herrliche Blumen oder flores bereiten, roth, gelb und weiß, danach das Feuer in seinem Regiment gehalten wird.“ — Die Schriftsteller des 16. bis 17. Jahrhunderts nehmen übrigens die Bezeichnung „*flores antimonii*“ sehr unbestimmt; namentlich legte man sie auch der unreinen antimonigen Säure bei, welche bei der Verbrennung des verdampfenden Schwefelantimons sich absetzt. Die bei der Verbrennung des regulinischen (mit Eisen bereiteten) Antimons entstehenden Blumen nannte man, bis in den Anfang des 18. Jahrhunderts, auch *nix ferri* (Eisenschnee), weil man glaubte, der Gehalt an Eisen bedinge die Bildung derselben wesentlich. Das *vitrum antimonii* oder Spießglangzglas (Antimonorhyd mit wenig Schwefelantimon) lehrte bereits Basilius Valentinus darstellen und seine Methode bestand darin, geröstetes Schwefelantimon stark zu erhitzen.

Unreine, Schwefelantimon enthaltende antimonige Säure scheint schon zu Dioskorides und Plinius' Zeit**) dargestellt worden zu sein, denn beide Schriftsteller reden von dem Rosten des Spießglanzes.

Das zweifach-antimonisaure Kali bereitete zuerst Basilius Valentinus; nach ihm soll man rohes Antimon mehrmals mit Salpeter verpuffen, dann mit Wasser und Weingeist auswaschen. Das so dargestellte Präparat wurde als *antimonium diaphoreticum ablutum* oder *calx antimonii elota* häufig angewandt. Das nicht ausgewaschene Präparat, *antimonium diaphoreticum non ablutum* wurde gegen das Ende des 17. Jahrhunderts besonders berühmt. — Was bei Libavius (1595) *antimonium diaphoreticum* heißt, ist Antimonsäurehydrat, da nach der in seiner *Alchymia* gegebenen Vorschrift der Rückstand von der Verpuffung des Spießglanzes mit Salpeter durch Vitriolgeist und Essigsäure behandelt werden soll.

Ueber die Anzahl der Oxydationsstufen des Antimons herrschte lange Unsicherheit. Thénard unterschied 1800 sechs verschiedene Oxyde desselben, Proust 1804 nur zwei (das Antimonorhyd und eine sauerstoffreichere Verbindung). Berzelius gab den früheren Oxydationsstufen die Namen antimonige und Antimonsäure.

Hinsichtlich des Chlorantimons ist anzuführen, daß Basilius Valentinus das Dreifach-Chlorantimon auf verschiedene Art bereiten lehrte, so z. B. lautet

*) Hist. nat. Lib. 33. Cap. 33. p. 373.

**) ibid. Lib. 33. Cap. 33. u. f. f.

eine Vorschrift: „Nimm getödtetes Quecksilber, so schön glänzend und rein sublimirt worden und gutes Spießglas auch so viel; die reib untereinander und destillire sie; — solch Dehl ist erstlich weiß und gesteht wie Eis oder geronnene Butter“; er gedenkt auch der Destillation des Spießglanges mit Salz und Töpferthon oder mit Salzsäure. — Dieses Präparat wurde butyrum antimonii genannt und die Theorie, bei dessen Bereitung mittelst Sublimat, gab Glauber 1648, welcher auch zuerst die bis dahin gehegte Ansicht widerlegte, daß so dargestellte Chlorantimon sei quecksilberhaltig; er brachte auch Methoden, welche schon von Basilius angedeutet worden waren, nämlich die Antimonbutter mittelst Spießglang, Kochsalz und Vitriol, oder aus Spießglangblumen und Salzsäure darzustellen.

Basilius Valentinus sagt: „aus dem Destillat von Spießglang mit starker Salzsäure präcipitire gemeines Wasser ein weißes Pulver. Paracelsus bezeichnet dieses als ein Quecksilberpräparat. Gegen Ende des 16. Jahrhunderts wurde diese Arznei hauptsächlich durch Victor Algarotus, einem Arzt zu Verona, in Gebrauch gebracht, nach welchem es auch später als Pulvis Algaroti bezeichnet wurde. — Das Fünffach-Chlorantimon wurde durch H. Rose 1835 entdeckt.

Arsenik (Arsen As).

Der gelbe und rothe Schwefelarsenik wurde von den Alten als *σανδαράχη*, *ἀρσενικόν* oder *ἀρσενικόν* bezeichnet, und zwar findet die erstere Bezeichnung sich schon bei Aristoteles im 4. Jahrhundert vor Chr. Geburt, die zweite bei seinem Schüler Theophrastos. — Im 1. Jahrhundert unserer Zeit gibt Dioskorides weitläufigere Nachrichten über Arsenik und Sandarach; ersteres scheint, seiner Beschreibung zufolge, vorzüglich Auripigment, letzteres Realgar gewesen zu sein; wenigstens gibt er vom Arsenik an, daß das beste goldähnlich von Farbe sei; von Sandarach, daß man bei diesem die gesättigte röthliche Farbe vorziehe. Ferner berichtet er, daß man Arsenik röste, indem man es in einem irdenen Geschirr erhitze, bis es brenne und die Farbe verändere, ohne daß jedoch angegeben wird, welche neue Eigenschaften er hierdurch erlangt. Ueber die giftige Wirkung des neu entstehenden Körpers sagt Dioskorides nichts, ebensowenig Plinius, welcher letztere übrigens auch mittheilt, verfälschte sandaracha werde aus gebranntem Bleiweiß (Mennige) bereitet. — Die Bezeichnung auripigmentum für arsenicum findet sich auch schon bei Plinius*).

Bestimmter spricht sich zuerst Geber**) im 8. Jahrhundert über den weißen Arsenik oder die arsenige Säure aus. In den lateinischen Uebersetzungen seiner Schriften wird diese Substanz von dem Schwefelarsenik nicht unterschieden, sondern es wird dieselbe nur als sublimirter Arsenik bezeichnet; es scheint, daß Geber die arsenige Säure durch Verbrennen des Schwefelarseniks und durch Aufsaugen der dabei sublimirten Masse erhalten habe; und er bemerkt auch richtig, daß dieser nur flüchtig, aber nicht verbrennlich sei, wie es der Körper doch war, aus

*) Hist. nat. Lib. 33. Cap. 22. Lib. 35. Cap. 31.

**) Gebri Summa perfect. p. I. Lib. II. Cap. II, p. III. Cap. XXIX. etc.

dem er entstanden. Avicenna unterschied im 11. Jahrhundert, verschiedenen Berichten nach, gelben, rothen und weißen Arsenik, und machte auch auf die giftigen Eigenschaften des letzteren und seines Sublimats aufmerksam. Im 13. Jahrhundert spricht Basilius Valentinus über den Arsenik im Allgemeinen in seiner „Wiederholung des großen Steins der uralten Weisen“: „In seiner Farbe ist der Arsenicus weiß, gelb und roth; er sublimirt für sich ohne Zusatz, und auch mit Zusatz nach vielerlei Manier. Allein so er durch Salz und den martem (Eisen) aufgetrieben wird, ist er durchsichtig, wie ein Krystall anzusehen.“

Geber redet von einem *arsenicum metallinum*, aber in einer undeutlichen Stelle, aus welcher sich die Bereitung dieses Präparats, oder ob es wirklich regulinischer Arsenik war, nicht erkennen läßt. Albertus Magnus spricht im 13. Jahrhundert von der Metallisation; im 15. Jahrhundert betrachtete Basilius Valentinus den Arsenik als eine Abart, und vergleicht ihn namentlich mit Quecksilber und Antimon. Im 16. Jahrhundert redet Paracelsus in seinem Tractat von natürlichen Dingen, „daß der Arsenicus von Künstlern in viel Weg verwendet wird und verkert, den man in ein metallisch Arth“, und eben daselbst nennt er auch *arsenium metallinum*, der nicht metallisch präparirt sei. Im 17. Jahrhundert schrieb N. Lémery in seinem *Cours de Chymie* (1675) vor, den regulinischen Arsenik durch Erhitzen von weißem Arsenik mit Potasche und Seife darzustellen. Becher betrachtet in seiner *Physica subterranea* (1669) den weißen Arsenik als etwas metallisches: *Arsenicum ex terra sulphuris, quae inest sali communi, et metallo intermixto constat.* J. F. Hündel lehrte 1725 zuerst den Arsenikkönig sicherer, als durch Schmelzung, durch Sublimation erzielen. Diese Methode wurde auch von H. Brandt beschrieben und von demselben in den Schriften der Upsaler Akademie für 1733 bewiesen.

Das Vorkommen des Arseniks hat man zuerst an den natürlichen Schwefelverbindungen beobachtet, wiewohl auch Arsenik schon früh in anderen Mineralien wahrgenommen worden ist, worauf wenigstens Albertus Magnus hindeutet. Die bei Basilius Valentinus vorkommende Bezeichnung „Hüttenrauch“ für den weißen Arsenik spricht dafür, daß zu jener Zeit der Arsengehalt mehrerer Erze bekannt gewesen sein muß. Marggraf stellte 1747 die Behauptung auf, daß alles Zinn Arsenik und zwar in erheblicher Menge enthalte, und daß Arsenik auf Kupfer erhitzt, einen weißen Fleck verursache, außerdem aber auch einen knoblauchartigen Geruch verbreite. Diese Behauptung gab Veranlassung, daß in Paris eine Commission, bestehend aus H. M. Rouelle, Charlard und Bayen, niedergesetzt wurde, um den Arsengehalt zu prüfen. Die erzielten Resultate lauteten, daß nur 1 Gran Arsen in einer Unze Zinn enthalten sei. Die Eigenschaft des Arseniks, Kupfer weiß zu färben, wurde lange Zeit als das wichtigste Kennzeichen betrachtet. Stephanos Alexandrinus gedenkt im 7. Jahrhundert zuerst jener Eigenschaft, auch Geber hat sie gekannt.

*) S. Avic. u. Gebr. Oper. Diet. 6, 7 u. f. w.; Summa perf.; De invent. ver. Cap. 7. u. Lib. fornac. P. II. Cap. 9. etc.

Indessen waren alle angegebenen Kennzeichen trügerisch, selbst das von Marggraf beobachtete Kennzeichen eines knoblauchartigen Geruchs. — Sahnemann machte im Jahr 1786 auf sichere Erkennungsmittel aufmerksam, indem er in einer Schrift „über Arsenikvergiftung“ empfahl, den Arsenik, wo solcher vermuthet werde, in Auflösung zu bringen, und ihn in derselben mittelst Kalkwasser, Schwefelwasserstoff und Kupfersalmiak nachzuweisen. Die Methode, den Arsenik aus Theilen des menschlichen Körpers durch Kochen derselben mit verdünntem Kali in Lösung zu bringen, wurde von B. Rose dem Jüngeren 1806 angegeben. Nach der Erkennung des regulinischen Arseniks als ein eigenthümliches Metall wurde von manchem Chemiker das Arsenikmetall als die Verbindung desselben mit Phlogiston und der weiße Arsenik als ein chemisch unzerlegbarer Körper betrachtet. Macquer that 1746 und 1748 dar, daß sich der weiße Arsenik mit wässerigen Alkalien verbinde und nannte die auf diese Weise entstandenen Verbindungen Arseniklebern.

Später war man der Ansicht, daß der weiße Arsenik nicht vom Phlogiston gänzlich befreit sei, sondern noch mehr dephlogistisirt (oxydirt) werden könne.

Arseniksaure Verbindungen scheint man schon früh gekannt zu haben, obgleich man die Arseniksaure weit später darstellte. Schon Paracelsus erhitzte den weißen Arsenik mit Salpeter und wandte das dadurch gebildete Präparat in der Heilkunde an, es wurde von ihm als *arsenicum fixum* angewendet. Auch van Helmont war bekannt, daß weißer Arsenik mit Salpeter zu einem feuerfesten Salze vereinigt werden könne. — Macquer entdeckte 1746 in dem Rückstande, welcher bleibt, wenn nach Glauber's Vorschrift die Salpetersäure durch Destillation von Salpeter mit weißem Arsenik gewonnen wird, ein eigenthümliches krystallisirbares Salz, und nannte dasselbe *sel neutre arsenical*, arsenikalisches Mittelsalz. 1748 stellte er auch das arseniksaure Natron dar, 1778 theilte er mit, daß er bei starker Erhitzung des weißen Arseniks mit Vitriolsäure einen feuerfesten, glasartigen Rückstand erhalten habe, welcher an der Luft langsam zu einer starken Säure zerfloßen sei (wahrscheinlich Arseniksaure). Scheele verkündete 1775, daß der weiße Arsenik noch weiter dephlogistisirt werden könne, wenn man in ein Gemenge von weißem Arsenik und Wasser Chlor leite oder auch weißen Arsenik mit Königswasser behandle. Diesen nun entstehenden Körper nannte er Arseniksaure und beschrieb auch dessen Verhalten zu andern Substanzen.

In Betreff der Verbindungen des Arseniks mit Schwefel ist bereits erwähnt worden, daß solche früh bekannt gewesen sind; außerdem berichtet z. B. noch Dioskorides, daß Schwefelarsenik das Ausfallen der Haare verursache. Hieronimus Rosello, gewöhnlich Alexius Pedomontanus genannt, lehrte die Mischung von Auripigment und Kalk (das *Rhusma* der Türken) 1557 bereiten.

Proust zeigte zuerst (1801), daß in dem reinen Realgar und Auripigment kein Sauerstoff enthalten ist, während man bis dahin glaubte, daß diese Schwefelarsenik-Verbindungen auch weißen Arsenik mit sich führen.

Der Chlorarsenik wurde durch Glauber entdeckt; er gibt schon die Vorschrift:
Verding, Geschichte der Chemie.

„ex Arsenico et Auripigmento“ ein Butyrum oder dieses Del zu destilliren. — Gleicherweise wie von dem Antimonio gelehrt, also auch von Arsenico oder Auripigmento kann mit Salz und Vitriol ein dickes Del destillirt werden.“

Die Darstellung des Chlorarseniks aus arseniger Säure, Kochsalz und Vitriolöl erwähnt Leonhardi 1788.

Der Arsenwasserstoffgas wurde 1775 durch Scheele entdeckt; indem er Arseniksäure auf Zink einwirken ließ. Er erhielt nämlich hierbei ein Glas, welches beim Verbrennen Arsenik absetzte und erklärte es für entzündliche Luft (Wasserstoff), welche Arsenik aufgelöst halte.

Proust bewies 1799, daß dieses auch entstehe, wenn Zink und verdünnte Schwefelsäure sich mit arseniger Säure in Berührung befinden, oder wenn Schwefelsäure auf arsenikhaltige Metalle einwirkt. Die Arsenikverbindung welche Veranlassung zu Bunsens Untersuchung über das Kakadyl gab, wurde durch Cadet 1760 entdeckt, indem derselbe eine selbstentzündliche Flüssigkeit von durchdringendem Geruch, durch Destillation einer Mischung von gleichen Theilen weißen Arseniks und essigsauren Kalis erhielt. Die Nomenclatur der Arsenikverbindungen war längere Zeit sehr verwirrt, denn die Namen arsenicum, sandarache, auripigmentum, wurde ebensovohl für das gelbe, als für das rothe Schwefelarsen gebraucht. Der Ausdruck; „Arsenicum“ ohne ein weiteres Beiwort wurde von dem 16. Jahrhundert an vorzugsweise für den weißen Arsenik gebraucht, dagegen wurden die Schwefelverbindungen von dieser Zeit fast ausschließlich mit dem Namen: „auripigmentum, sandarache und realgar belegt. — Libavius spricht in seiner Alchymie von rosagallum, Rauschgäl, id est arsenicum citrinum vel sandaracha. Der weiße Arsenik hieß vorzugsweise Arsenik bis zu der Einführung der antiphlogistischen Nomenclatur (1787), wo mit diesem Worte bezeichnet wurde, was bisher stets Arsenikkönig genannt worden war. Der weiße Arsenik hieß dann Arsenikoxyd, welches Fourcroy, etwa 1800, als acide arsenieux bezeichnete. — Arseniksäure wurde bei ihrer Entdeckung mit diesem Namen sogleich von Scheele bezeichnet.

Am Schluß dieses Artikels mag eine Zusammenstellung der wichtigsten früheren Literatur resp. derjenigen Chemiker, welche, von Scheele's Zeit an bis zur ungefähren Mitte dieses Jahrhunderts, die Kenntniß des Arsens erweiterten, hier nachfolgen. Scheele (Opusc. 2, 28; auch Crell's N. fuld. 3, 125); Bergman (Opusc. 2, 272); Buchholz (Arsensäure; Scher. 3, 9, 397. — Arsenige Säure, (Schw. 15, 337); Laugier (Ann. Chim. 85, 26); Fischer (Schw. 6, 236; 12, 155; 39, 364. — Rastn. Arch. 11, 224); Thomson (Oxydationsstufen des Arsens, Ann. Phil. 4, 171; auch Schw. 17, 422. — Arsenisaure Salze. Ann. Phil. 15, 81; auch Schw. 29, 430); Berzelius (Ann. Chim. Phys. 5, 179; 11, 225); Gehlen (Verhalten des Arsens zum Kali. Schw. 15, 501); Gay-Lussac (Verhalten des Arsens zum Kali. Ann. Chim. Phys. 3, 136); Pfaff (Arsensäure. Schw. 45, 95); Buchner (Arsensäure. Schw. 45, 419); Guibourt (J. de Chim. med. 2, 55); Stromeyer, de hydrogenio arseniato (Comment. Soc. Gott. 16, 141); Proust (Arsenwasser-

Stoffgas. Scher. 3. 8, 285. — Schwefelarsen. Scher. 3. 9, 287; auch Gilb. 25, 1178); Thénard (Schwefelarsen. Ann. Chim. 59, 284, auch N. Gehl 2, 685); Berzelius (Schwefelarsen und dessen Verbindungen mit anderen Schwefelmetallen. Schw. 34, 46. ferner: Pogg. 3., 1 u. 137); Dumas (Arsenwasserstoffgas und Chlorarsen. Ann. Chim. Phys. 33, 355; auch Pogg. 9, 308); Soubeiran (Wasserstoffarsen und Arsenwasserstoffgas. J. Pharm. 16, 335, auch Pogg. 19, 191. Ausz. Schw. 59, 222); Graham (Arsensaure Salze. Phil. Transact. 1833, 2, 253; auch Pogg. 32, 33); Bonquet und Elvez (Neue Schwefel, Arsen und Sauerstoff haltende Säure. N. Ann. Chim. Phys. 113, 44; J. Pharm. 7, 23. Ausz. Ann. Pharm. 56, 205); Walchner (Vorkommen von Arsen und Kupfer. Ann. Pharm. 61, 205); Bussy (Zustände der arsenigen Säure. Compt. rend. 24, 774. Phil. Mag. J. 31, 151; J. Pharm. Chim. 12, 321); Will (Vorkommen der arsenigen Säure and anderer Metallsyphyde in Mineralwässern. Ann. Pharm. 61, 192); Pasteur (Chlorarsen. J. Pharm. Chim. 13, 395. Ausz. Ann. Pharm. 68, 307. Arsenigsaure Salze. J. Pharm. Chim. 13, 197. Ausz. Ann. Pharm. 68, 308); Filhol (Arsenigsaure Salze. J. Pharm. Chim. 14, 331 u. 401. Ausz. Ann. Pharm. 68, 308); Stein (Arsenigsaure Salze. Ann. Pharm. 218); Kotschoubry (Arsensaure Salze. 3. pr. Chem. 49, 182).

Tellur (Te).

(Sylvan, Tellure, Tellurium.) Im Jahr 1782 wies Müller von Reichenstein nach, daß in den Tellurerzen ein eigenthümliches Metall enthalten sei und zwar zuerst in dem gediegenen Tellur (Gediegen-Tellur, welches von den früheren Mineralogen aurum paradoxum oder metallum problematicum genannt wurde); Abhandlung einer Privatgesellschaft in Böhmen. Jahrg. 1, Quart. 1, 22 u. 3. Durch Klaproth wurde diese Entdeckung im Jahr 1798 bestätigt, indem derselbe genauere Untersuchungen mit den Tellurerzen vornahm und das ebenfalls von ihm aufgefundenene Metall als verschieden von dem ähnlichen Antimon erklärte, so daß er dasselbe mit einem besonderen Namen von tellus, die Erde, benommen, belegte. — Klaproth theilte seine Untersuchungen über diesen Gegenstand in Crell's Annalen (1798, 1, 91), so wie in seinen schon mehrfach erwähnten „Beiträgen zur chemischen Kenntniß der Mineralkörper“ (3. Bd. 1) und in Gilbert's Ann. (12, 246) mit; später indessen studirte Klaproth, welcher, im Jahr 1802, abermals zur weiteren Bestätigung, erhobenen Zweifeln gegenüber, mit diesem Gegenstand sich befaßte, nur das eine Oxyd des Tellurs, welches später als tellurige Säure bezeichnet worden ist. H. Davy entdeckte 8 Jahre später den Tellurwasserstoff (Philosophical Transactions, 1810, 227; auch Schweigger's Journal 5, 348; ferner Gilbert's Ann. 37, 48). Aber Berzelius war es, welchem wir fast alle das Tellur betreffenden zunächst aufgedeckten Thatsachen zu verdanken haben (Schw. 6, 311; 34, 78, — Schwefeltellurialze. Pogg. 8, 411. — Tellur überhaupt. Pogg. 28, 392, 32, 1 u. 577), so 3. B. lehrte Berzelius die Tellursäure kennen, indem er sowohl über die Ge-

winnung, als auch deren Zusammensetzung zuerst Aufschluß gab. Er verbreitete ferner z. B. weiteres Licht über die tellurige Säure, über die Verbindung des Tellurs mit Schwefel, Phosphor, Brom, Selen, Jod, Chlor, die tellursauren Salze, Verbindungen des Tellurs mit dem Barium, Strontium, Lithium etc.

Außer Berzelius waren es zunächst namentlich der bereits erwähnte Davy; ferner Mitscherlich, Regnault, Dulong, Petit, Magnus und Rose, welche das von Berzelius zuerst, sodann von Heß (Pogg. Ann. 28, 407), Berthier (Annales de chimie et de physique 51, 156), Versdorff und Köllreuter (Schw. Journ. 62, 213), ferner Wehrle (Zeitschrift für Physik und Mathematik) dargestellte zinnweiße, stark metallisch glänzende Tellur, dessen Eigenschaften und Verbindungen genauer studirten, so z. B. entdeckte Davy nicht allein das Tellurwasserstoffgas oder Hydrotellur, mit welchem sich auch Ritter (Gilbert's Ann. 29, 148), Magnus (Pogg. 17, 521), Bineau (Annales de chimie et de physique 68, 424) beschäftigten, sondern er studirte auch z. B. die Verbindungen des Tellurs mit dem Kalium und Natrium, Chlor etc.

Titan (Ti. Menakan, Titane).

Das nach den himmelstürmenden Titanen benannte metallische Element, welches in der Reihe der chemischen Grundstoffe als Titan bekannt ist, wurde zuerst von Gregor, in Verbindung mit Sauerstoff, im Jahr 1791, im Menakin erkannt, von diesem Menakin benannt und erhielt seinen erwähnten Namen von Klapproth, welcher im Jahr 1794 dasselbe in Verbindung mit Sauerstoff oder als Titanoxyd im Rutil auffand und überhaupt die chemischen Verhältnisse des Titans genauer erforschte, wiewohl es unter Anderen namentlich H. Rose (1821), Wöhler, Lowitz, Richter, Lampadius, Bauquelin, Laugier, Wollaston etc. vergönnt war, weitere Aufklärung über diesen höchst interessanten Körper zu geben.

Gregor veröffentlichte seine Entdeckungen und Untersuchungen in *Crell's Ann.* (1791, 1, 40 u. 103), Klapproth „in seinen Beiträgen“ (1, 233 u. 245; 2, 222 u. 226; 4, 153).

Das Titan findet sich als Titansäure für sich im Rutil, Anatas und Brookit; als titansaures Salz im Titanit, Titaneisen, Perowskit, Greenovit, Mosandrit, Eugenit, Aeschinit, Polymignit, Verstedtit (Enceladit, Schorlamit); als Fluortitan im Wavrit; als Titansäure oder titansaures Salz in sehr kleiner Menge beigemengt und unwesentlich: im Quarz von Rabenstein und im Korund von Piemont (nach Fuchs), ferner nach Beschier in manchem Glimmer, nach Wöhler im Pyrochlor etc. — Das Vorkommen des Titans nach Brett und Bird (Pogg. 34, 518) in den hessischen Tiegeln ist von Seiten anderer Chemiker bestritten worden.

Das metallische Titan, welches ein dunkelgraues, schweres, unkrystallinisches Pulver darstellt, wurde durch Berzelius aus einem Gemenge von trockenem Fluor-Titan-Kalium und von Kalium, mittels Erhitzens, dargestellt, desgleichen von Bauquelin (dessen Arbeiten, theils mit Heß zusammen, über das Titan im *Journal des mines* 15, 20, den *Ann. du Museum d'hist. nat.* I., 6, pag. 93;

ferner A. Gehlen's Journal 5, 464, auch in dem Journal de Physique 66, 345 veröffentlicht wurden) aus dem Titanorhd, mit Del oder ein wenig Kohle gemengt, im Kohlentiegel im heftigsten Essenfeuer; auf dieselbe Weise von Lampadius (Sammlung praktisch-chemischer Abhandlungen 2, 113; im Auszug Crell's Ann. 1796, 1, 259), auch von Laugier (Ann. de Chimie 89, 306; Schweigger's Journal 19, 54.) Diese Reduction gelang jedoch Faraday (Gilbert's Ann. 66, 188) in einen Essenfeuer nicht.

Nach Berthier wird bei den Versuchen zur Darstellung des metallischen Titans, dieses mit Oxydul gemengt (Ann. de chimie et de physique 50, 374), abgeschieden.

H. Rose, welcher seine Arbeiten in Gilbert's Ann. (73, 67 u. 129), Poggendorff's Ann. (3, 163; 12, 492; 15, 145; 16, 57; 24, 141; 42, 527) veröffentlichte, beschäftigte sich mit der Titansäure und der Bildung derselben; ebenso Wollaston, (Philosophical Transactions 1823, 17 u. 400, Schweigger's Journal 41, 83 und 42, 236; Gilbert's Ann. 75, 220).

Regnault fand (s. Ann. de chimie et de physique 62, 355), daß Titansäure durch Glühen des Cyanstickstoff-Titans in einem Strom von Wasserdampf unter rascher Wasserstoffentwicklung sich bildet.

Mit der Darstellung der Titansäure beschäftigten sich ferner Laugier, Liebig, Wöhler, Berthier (Ann. de chimie et de physique 50, 362; auch Ann. der Chemie und Pharmacie 5, 246; ferner Ann. de chimie et de physique 7, 85, ebendasselbst 50, 304). Auch Pfaff, Ebelmen (N. Ann. de chimie et de physique 20, 385), Georg (Schweigger's Journ. 41, 48), Dumas (Journ. de Pharmacie 12, 300; Poggendorff 7, 532; Ann. de chimie et de physique 33, 386) und Andere, namentlich auch Berzelius, Hartwall und Cordier, studirten die Titanverbindungen.

Endlich ist noch besonders zu erwähnen, daß Wöhler (Ann. der Chemie und Pharmacie, Bd. 73, 34) im Jahr 1849 die bis dahin für metallisches Titan gehaltenen schönen kupferfarbenen Würfel, welche in den Hohöfen so häufig beobachtet werden, als eine Verbindung von Thantitan mit Stickstofftitan erkannte, welcher der Formel: $TiC_2N + 3Ti_3N$ entspricht.

Tantal (Ta).

Dieses metallische Element, welches die Namen Columbium und Tantal erhielt, wurde im Jahr 1801, als Columbium von Hatschett (nach Crell's Annalen 1802 1. 197; Gilbert's Annalen 11. 129; auch Crell's Annalen 1802 1. 237 und 352 nach Scheerer's Journal 9. 363); in einem amerikanischen, und ziemlich gleichzeitig (ebenfalls 1802) als Tantalum von Ekeberg*) (laut Scheerer's Journal 9. 597; nach Crell's Annalen 1803, 1), in zwei schwedischen Fossilien, dem Yttertantalit und dem Tantalit entdeckt. Wollaston (Schweigger's Journal 1. 520; auch Gilbert's Annalen 37, 98) wies 1809

*) Geboren zu Stockholm 1767.

die Identität der beiden neuen Metalle des Columbium und Tantalum nach, und Berzelius stellte 1824, (Poggendorff 4. 6) das reine Tantal aus Fluor-tantal-Fluorkalium mittelst Kalium, unter Erhitzen, als schwarzes schweres Pulver dar, welches unter dem Polirstahl eisen grau wurde, H. Rose (Poggendorff's Annalen 69. 115) erhielt es aus dem Tantalchlorid-Ammoniak, mittelst Erhitzens.

Berzelius haben wir über die Kenntniß der Tantal-Verbindungen, (wie aus dessen Lehrbuch, Schweigger's Journal 16. 437; Poggendorff's Annalen 4. 6 u. f. w. zu ersehen ist) sehr Vieles zu verdanken, so entdeckte er auch mit Wahn und Edeberg, (Schweigger's Journal 16. 437) die tantalige Säure (TaO_2) als poröse graue Masse, ferner die Tantalsäure (TaO_3); welche jedoch auch Edeberg und Wollaston darstellten, und der erstere als weißes, geschmackloses Pulver erhielt.

Außerdem wurden auch Verbindungen des Tantals mit Chlor, Fluor, Kalium Stickstoff, Phosphor, Verbindungen der Tantalsäure mit anderen Säuren und mit Basen, auch Doppelsalze zc. erzielt, um deren Entdeckung außer Berzelius, Edeberg, Rose, Eggerk, Schwarz, Wöhler, Hermann und Andere sich verdient machten.

Niob oder Niobium (Nb).

Wollaston fand (Schweiggers Journal 6. 256; 21, 60) schon bald nach der Entdeckung des Tantals eine Differenz im specifischen Gewicht des amerikanischen Tantalits und dem des in Finnland vorkommenden; Thomson untersuchte 1836 ein tantalhaltiges Mineral von Middleton in Connecticut, dessen geringes specifisches Gewicht ihn veranlaßte, demselben einen neuen Namen Torvillit zu geben; auch Berzelius und Edeberg (Journal für praktische Chemie 13, 217; Poggendorff's Annalen 53) fanden bei anderen von ihnen untersuchten Tantaliten eine Verschiedenheit im specifischen Gewicht, wodurch H. Rose veranlaßt wurde, die Tantalite näher zu untersuchen, und er fand im Jahre 1846, (Poggendorff's Annalen 63. 317), daß das bis dahin Tantal genannte Metall ein Gemenge von wenigstens zwei, oder in einigen Fällen drei Metallen sei. Er nannte das eine dieser Metalle Niob oder Niobium (nach Niobe, der Tochter des Tantalus bezeichnet).

Eine Säure dieses Metalls, die Niobsäure (NbO_3), entdeckte Rose in Verbindung mit dem Tantal in verschiedenen Mineralien, besonders im Tantalit von Bodenmais in Baiern, welcher Niobsäure und eine bedeutende Menge Pelopsäure (die Säure des anderen Metalls, des Pelopiums) enthält, im Tantalit von Massachusetts in Nordamerika, der hauptsächlich Niobsäure mit sich führte und dem Tantalit aus dem Ilmengebirge in Sibirien, in welchem Niobsäure und eine geringe Menge Pelopsäure gefunden wurde. — Th. Scheerer hat später (Poggendorff's Annalen 72. 561) die Niobsäure auch im Pyrochlor, die beiden Säuren im Eufalit und Euxenit aufgefunden.

Die Niobsäure wurde als farblose, beim Erhitzen sich gelb färbende, aber

beim Erkalten wieder farblos werdende Masse, von geringerem specifischen Gewicht, als die Tantal säure, erzielt. Das Niobiummetall wurde aus dem Chlornio bium durch Einwirkung von trocknen Ammoniakgas auf dasselbe als schwarzes Pulver erhalten. Rose studirte außerdem auch die Verbindungen des Niobiums mit Kalium, Natrium, Schwefel, der Niob säure mit Salzbasen u. u. (Poggendorff's Annalen 63, 317; 69, 118; auch N. Annales de chimie et de Physique 13, 350; 19, 165; ferner Poggendorff's Annalen, 70, 572; 71, 157; 73, 155 und 471; 73, 455; 74, 288).

Pel op oder Pel op ium (Pe).

Dieses Element (nach Pelops dem Sohne des Tantalus benannt) ist das andere unter Niobium erwähnte Metall, welches Rose als Begleiter des Tantal in Verbindung mit Sauerstoff, als Pelopsäure entdeckte (s. Niobium). — Die Pelopsäure (Pe O_3) zeigte sehr große Aehnlichkeit mit der Niob säure; das Pelopiummetall wurde als schwarzes dem Tantal ähnliches Pulver aus dem Chlorpelopium, wie das Niobium aus dem Chlornio b, gewonnen.

Wolfram Scheel, Tungsteinmetall, Wolframmetall, Wolframium; W.)

Durch die Entdeckung des gegen Ende des phlogistischen Zeitalters lebenden Thl. I. ausführlicher besprochenen Chemikers Scheele, welche eine neue Säure zur Folge hatte, die nach ihm Scheelsäure genannt wurde, (s. Scheele, Opusc. 2. 119), bot sich den Gebrüdern De Luyart (richtiger d'Elhujar), Veranlassung die sogenannte 1781 entdeckte Scheelsäure zu zerlegen, und ein neues Metall darin zu entdecken (s. chemische Zergliederung des Wolframs übersetzt von Gren, Halle 1786).

Später beschäftigten sich zunächst vorzugsweise Klaproth (dessen Beiträge 3, 44), Vauquelin und Berthollet, (Journ. des mines 19, 3), Richter (über die neueren Gegenstände der Chemie 1, 45; 10, 148), Buchholz (Schweigger 3, 1 u.) Vorzugsweise war es aber Berzelius, welcher mit dem Studium des Wolframs sich beschäftigte, worüber z. B. Abhandlungen in Schweigger's Journal (16, 476), in den Ann. de chimie et de physique (17, 13), ferner in Pogg. Ann. (4, 147; 8, 267) sich finden. Auch Wöhler (Pogg. 2, 345 und Ann. der Chemie und Pharmacie 78, 190), Malaguti (Ann. de chimie et de physique 60, 271; auch Journ. für praktische Chemie 8, 179), Anthon (ebendasselbst Bd. 8 u. 9), Margueritte (Journ. de Pharmacie Bd. 7), Schneider (Journ. für prakt. Chemie Bd. 50), v. Borch (ebendasselbst Bd. 54) und Andere.

Die Untersuchungen des Wolframmetalls und dessen Verbindungen beziehen sich, hinsichtlich des natürlich vorkommenden Materials, auf den sogenannten Tungstein (Scheelit oder wolframsauren Kalk) und auf das Wolframmineral. Der erstere wurde früher für ein dem Zinn angehöriges Naturproduct gehalten, bis J. Cronstedt 1758 dasselbe für einen Eisentalk, der mit einer unbekannten Erdart innig verbunden sei, erklärte. Ebenso herrschte über das Wolframmineral

Ungewißheit, denn auch dieses Product wurde z. B. von Cronstedt und Anderen für ein Eisenerz, auch für eine Braunsteinart, mit ein wenig Eisen und Zinn gemengt, gehalten, bis die oben erwähnten Entdeckungen gemacht wurden.

Die Gebrüder d'Elhujar stellten das Metall, welches uns gegenwärtig als stahlgraues, stark glänzendes Pulver bekannt ist, aus der Scheel- oder Wolframsäure mittelst Kohlenpulver unter Glühen im heftigsten Eisenfeuer, dar; später wurde es von Wöhler und Berzelius durch Reduction jener Säure mittelst Wasserstoffgas erhalten.

Die Scheel- oder Wolframsäure wurde durch ihren Entdecker, wie auch noch heute dieses geschieht, mittelst Salpetersäure aus dem wolframsauren Kalk oder Tungstein abgeschieden.

Die oben genannten Chemiker, sowie auch andere der neueren Zeit, z. B. Laurent, Clarke, haben sowohl die Verbindungen des Wolframs mit anderen Elementen, als auch die wolframsauren Salze sehr genau studirt, wie es einem jeden Chemiker bekannt sein wird.

M o l y b d ä n (Mo).

Das Wasserblei oder der Molybdänglanz, in welchem Scheele 1778 das Molybdän (s. Theil I.) als eigenthümliches Metall erkannte, wurde lange Zeit mit anderen Mineralien verwechselt. — Die von Dioskorides als Molybdän bezeichnete Substanz scheint vorzüglich Bleiglätte gewesen zu sein. — Die Bezeichnung Molybdän geht zunächst auf eine bleihaltige oder bleiartige Substanz; μόλυβδος (Blei). Bei Plinius*) scheint mit Molybdän auch Bleiglanz gemeint zu sein. Kurz, im Alterthum scheint diese Benennung namentlich auf bleihaltige Substanzen sich zu beziehen; auch den Bleiglanz selbst hat man damit bezeichnet und die Mineralien, welche ähnlich wie dieser abfärben, Plumbago, Wasserblei oder Reißblei, und diese letzteren Bezeichnungen wurden nämlich auf Molybdänglanz und auf den Graphit übertragen; auch wurde sogar das Schwefelantimon damit verwechselt. — Die Verwechselung des Molybdänglanzes mit dem Graphit hielt sich lange, bis der Unterschied dieser beiden Mineralien zuerst durch Scheele 1778 dargethan wurde. Dieser Chemiker zerlegte das Wasserblei oder den Molybdänglanz mittelst Salpetersäure; er erhielt dadurch Schwefelsäure und eine eigenthümliche weiße Erde (Molybdänsäure), von welcher er annahm, daß sie mit Schwefel das Wasserblei bilde. Er erkannte, daß die weiße Erde eine Säure sei und nannte sie *acidum molybdaenae*. Scheele gelang die Reduction der Säure nicht, aber Hjelms führte dieselbe aus, wiewohl die ganzen Versuche des letzteren erst 1780 bekannt wurden.

Daß das Gelbbleierz aus molybdänsaurem Bleioxyd besteht, wurde zuerst durch Laproth 1797 dargethan.

Um das Molybdän und dessen Verbindungen machten in früherer Zeit sich vorzugsweise folgende Chemiker verdient: Scheele (Opusc. 1, 200), Hlsemann (Crell's Ann. 1787, 1, 407), Heyer (eben daselbst 1787, 2, 21 und 124).

*) Hist. nat. Liber. 34. Cap. 47.

Hjelum (ebendasselbst 1790, 1, 39; — 1791, 1, 179, 248, 266, 353, 429; 2, 59; — 1792, 1, 260; 2, 358; — 1794, 1, 238), Richter (über die neueren Gegenstände der Chemie, 1, 49; 2, 97; 10, 86), Hatchett (Phil. Transact. 1795, 323; auch Crell Ann. 1797, 1, 314, 417 und 498) Buchholz (Scherer's Journ. 9, 485 und Gehlen 4, 598), Brandes (Schweigger's Journ. 29, 325 und 331), Berzelius (ebendasselbst 22, 51, ferner: Ann. de chimie et de physique 17, 5; Poggendorff 4, 153; 6, 331 und 369; 7, 261), Feine (Journ. für prakt. Chemie 9, 204), Kobell (ebendasselbst 41, 158), Svanberg und Struve (ebendasselbst 44, 257), Berlin (49, 444), Wittstein (Repertorium 73, 155), Haidinger (Edinb. J. of Sc. 1, 100), Berthier (Ann. de chem. et de phys. 39, 251), Kastner (Kastner's Arch. 26, 145), Pelletier, Plattner, Clarke und Andere.

Vanadin (Vanadium Vanad; V.).

Im Jahre 1801 fand Del Rio in dem braunen Bleierz von Zimapan ein neues Metall, welches mit einer Säure verbunden ist, die sich als von der Chromsäure verschieden herausstellte. Er nannte das neue Metall Erythronium (*ερυθρός* roth) wegen der Eigenschaft desselben, im Feuer und in Säuren schön rothe Salze zu liefern. Collet-Descotils erklärte dagegen 1805 (Ann. de chimie et de physique 53, 260) dieses Metall für Chrom, was denn auch Del Rio (Gilbert's Ann. 71, 7) annahm, und wobei man sich beruhigte, bis 1830 Sefström (Pogg. 21, 43; auch Schweigger 62, 316) erforschte, daß in dem Eisen zu Falun, welches aus Taberger Erzen gewonnen wurde, in Salzsäure gelöst, ein schwarzes Pulver zurückließ, und dasselbe, neben anderen Stoffen, ein eigenthümliches Metall enthalte, welches er in noch großer Menge in der Frischschlacke dieses Eisens fand. Dieses neue Metall wurde von Sefström nach Vanadis, einem Beinamen der skandinavischen Göttin Freya als Vanadin oder Vanadium bezeichnet.

Obgleich wir nun Berzelius (Pogg. 22, 1; auch Schweigger 62, 323 und 63, 26) aus jener Zeit die genauesten chemischen Kenntnisse über dies neue Metall verdanken, so darf nicht unerwähnt bleiben, daß auch Wöhler noch in demselben Jahre der Entdeckung in dem Bleierz von Zimapan eine Verbindung des Bleioxyds mit Vanadsäure ermittelte.

Johnston war auch einer der Chemiker, welche sich mit diesen Gegenstand beschäftigten; seine Arbeiten sind in den N. Edinburgh Journal of science (5, 166 und 318 und Schweigger Journal 63, 119; 64, 88) veröffentlicht worden. Derselbe stellte das Vanadium, wie Berzelius, durch Reduction der Vanadsäure in einen Kohlentiegel und in dem Gebläsefeuer dar und beschrieb auch die Eigenschaften dieses Metalls.

Die Vanadsäure ist, außer dem erwähnten Vorkommen, in Mansfelder Kupferschlacke Kersten Pogg. 51, 539 im Uranpfeferz (Wöhler, dessen Ann. 41, 345) aufgefunden worden. — Mineralien, wie z. B. der Volborthit oder Vanadin-kupfererz, erhalten sehr wenig davon.

Die Verbindungen des Vanadiums mit anderen Elementen resp. die Vanad-
säuren und vanadinsäuren Salze sind spätere Zeit in ausgedehnter Weise studirt
worden. —

Chrom, Chromium. (Cr.)

Das Chrommetall, welches als ein zinnweißer bis stahlgrauer sehr spröder
Körper erscheint, wurde im Jahr 1797 durch *Vauquelin* entdeckt (s. *Ann. de*
chimie 25, 21 und 194; auch *Crell* 1798, 1, 183; — 1798, 1, 276; ferner:
Ann. de chimie 70, 70).

Dieses nicht sehr häufig vorkommende Element, welches sich bekanntlich
vorzugsweise als Chromoxyd im Chromerz, als Chromoxyd-Eisenoxydul im
Chromeisenstein, als chromsaures Bleioxyd in dem rothen Bleispath und in ge-
ringer Menge in manchem Meteoreisen, sowie in manchen Mineralien vorkommt,
soll nach einigen Angaben schon vor *Vauquelin*'s Entdeckung im Jahr 1766
bekannt geworden sein und zwar durch den rothen Bleispath, in welchem auch
Vauquelin es zuerst auffand. Indessen sind die Berichte bis dahin unsicher.
Vauquelin fand nämlich in dem genannten Erz das Blei an eine eigenthümliche
Säure gebunden, welche sich als ein Oxyd eines neuen Metalls herausstellte und
diesem neuen Metall wurde, weil dessen Verbindungen so schön gefärbt sind, der
Name „Chrom“ (von *χρῶμα*, Farbe) beigelegt.

Als im Jahr 1798 die Entdeckung *Vauquelin*'s bekannt wurde, verkün-
dete *Klaproth* gleichzeitig die Entdeckung eines neuen in dem sibirischen rothen
Bleispath ausgeschiedenen neuen Metalls. Der Erstere stellte sowohl unreine
Chromsäure, als auch das grüne Chromoxyd und das metallische Chrom dar.
In ebendemselben Jahr, nämlich 1798, entdeckte *Vauquelin* das Chrom auch
in dem Smaragd und in dem Spinell, welches durch *B. Rose* dem Jüngeren
1800 auch in dem Serpentin nachgewiesen wurde. Im Jahr 1799 beschäftigte
sich *Tassaert* mit diesem Gegenstand, und er war der Erste, welcher das Chrom
in dem Chromeisenstein auffand (s. *Tassaert Ann. de chimie et de phys.* 22, 51;
auch *Schweigger* 43, 429, ferner: *N. Tr.* 4, 1, 199); jedoch hielt derselbe dies
Mineral für chromsaures Eisen, bis *Laugier* im Jahr 1805 darthat, daß das
Chrom, wie es in der That in dem genannten Mineral als Chromoxyd enthalten
sei, und bei der Analyse in Chromsäure übergehe. — *Brandenburg*, Apotheker
zu Pölogk, veröffentlichte 1812 und 1817, daß es keine wahre Chromsäure gebe
(s. *Schweigger* 13, 217; *Scherer's*, *Nord. Bl.* 1, 190; *Scherer's*, *Nord. Ann.* 1,
297; 2, 126 u. 325; 3, 61 u. 325; 4, 187). *Meißner* (*Gilbert's Ann.* 60,
366) und *Döbereiner* (*Schweigger*, 22, 476; auch *N. Tr.* 2, 2, 426) wider-
legten im Jahr 1818 diese irrige Meinung.

Mit dem Chrom und dessen Verbindung haben früher und später zahlreiche
Chemiker sich beschäftigt, so z. B. *Richter*, welcher das mit $\frac{1}{2}$ Zuckerkohle ge-
mengte Oxyd in einer verklebten Probirhube reducirte (s. *Richter über die neueren*
Gegenstände der Chemie, 10, 30 u. 11, 37; auch *Gehlen* 5, 351) ferner:

Mussin-Bouschkin, welcher im Jahre 1798 zufällig durch Glühen des Chromeisensteins mit Salpeter und Hinzufügen von Salpetersäure und Schwefelsäure Chromalaun erhielt (Crell Ann. 1798. 1, 355 u. 2, 444; 2, 267. 1801) Godon de St. Menin (Ann. chimie 53, 222); John (Chromsaure Salze, Schweigger 3, 378); Berzelius (Schweigger 22, 53; ferner Ann. de chimie et de physique 17, 7; Berzelius Lehrbuch 1826; 2, 55 u. 989; Poggendorff 1, 34; Ann. Pharm. 49, 247); Laffaigne (Ann. chim. et. phys. 14, 299) Berthier (ebendas. 17, 56) Grouvelle (ebendas. 17, 349); Thomson (Chromsaures Kali. — Ann. phil. 16, 321); Moser (Chem. Abhandlungen über das Chrom. — Wien 1824); Unverdorben (Fluorchrom und Chromsäure N. Tr. 9, 1, 26); Hayes (Sill. Amer. J. 14, 136; 20, 409); Maus (Chromoxyd und Chromsäure Poggendorff 8, 127 und 11, 83); H. Rose (Chlorchrom und Fluorchrom. Poggendorff 27, 565 und 45, 183); Peligot (N. Ann. chim et phys. 12, 528); Traube (Ebendaselbst 66, 87 und 165); Moberg (J. pr. Chem. 44, 332); Jakobsen (ebendaselbst 23, 467); Lefort (Compt. rend. 27, 269); Barreswil (ebendaselbst 16, 1085); Richmond und Abel (Ann. Pharm. 76, 251); Darby (ebendaselbst 65, 204); Schrötter (Pogg. 53, 526); Marchand (ebendaselbst 45, 594); Hertwig (ebendas. 56, 95); Rheinsch (J. für pr. Chemie 28, 371); Pelouze (Ann. chim. phys. 52, 267); Kopp (Ann. pharm. 42, 99); Brooke (Ann. phil. 22, 287); Walter und Dumas (Chromsaures Dreifach-Chlorchrom, — Ann. chim. phys. 31, 435 und 66, 387); Liebig (Ueber Stickstoff-Chrom Pogg. 21, 359); Jacquelin (Compt. rend. 24, 439); Fischer, Berlin, Graham, Balmain, Anthon und Andere.

Spalte 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 841. 842. 843. 844. 845. 846. 847. 848. 849. 850. 851. 852. 853. 854. 855. 856. 857. 858. 859. 860. 861. 862. 863. 864. 865. 866. 867. 868. 869. 870. 871. 872. 873. 874. 875. 876. 877. 878. 879. 880. 881. 882. 883. 884. 885. 886. 887. 888. 889. 890. 891. 892. 893. 894. 895. 896. 897. 898. 899. 900. 901. 902. 903. 904. 905. 906. 907. 908. 909. 910. 911. 912. 913. 914. 915. 916. 917. 918. 919. 920. 921. 922. 923. 924. 925. 926. 927. 928. 929. 930. 931. 932. 933. 934. 935. 936. 937. 938. 939. 940. 941. 942. 943. 944. 945. 946. 947. 948. 949. 950. 951. 952. 953. 954. 955. 956. 957. 958. 959. 960. 961. 962. 963. 964. 965. 966. 967. 968. 969. 970. 971. 972. 973. 974. 975. 976. 977. 978. 979. 980. 981. 982. 983. 984. 985. 986. 987. 988. 989. 990. 991. 992. 993. 994. 995. 996. 997. 998. 999. 1000.

Anhang.

Blicke in die erste Entwicklung der organischen Chemie.

Kurzer Grundriß der Geschichte der wichtigsten organisch-chemischen Verbindungen.

A. Die ersten Kenntnisse in der organischen Chemie im Allgemeinen.

Es ist hinreichend bekannt, daß die lebende oder organisirte Körperschaar, die Thier- und Pflanzenwelt, hinsichtlich ihres inneren Baues und des eigentlichen Lebensprocesses weit später einem eifrigen Studium unterworfen worden ist, als die innere und äußere Natur der Mineralkörper oder der leblosen Welt. Zwar suchte man schon seit Jahrhunderten, und darüber hinaus, äußere Merkmale an Thierkörpern und Pflanzenkörpern auf, um Grenzen zu bilden; jedoch ist sehr erklärlich, daß die gleichsam todte Natur in ihrem inneren Wesen eher studirt wurde, weil eine leichtere Erkennung möglich ist, als beim Organismus, da dieser erst gleichsam zerstört werden muß, bevor er untersucht werden kann. Denn wie schwierig ist es nicht, den inneren Lebensproceß sich naturgemäß vorstellen zu können, da derselbe nur nach den Erscheinungen sich verfolgen läßt und aufhört, wenn der lebende Körper abgestorben ist. Auf der anderen Seite sind aber ja auch Mineralbestandtheile zum Dasein eines organisirten Körpers erforderlich, und deshalb schon muß die Kenntniß der unorganischen Welt vorausgehen, wenn das eigentliche Leben der Naturkörper studirt werden soll. So ist es ja auch geschehen, weil man früher eher den todten Stein genauer kennen zu lernen suchte, als den Chemismus der Thier- und Pflanzenkörper. Erst nachdem durch die quantitativen Bestrebungen die Chemie der anorganischen Körper sich mehr systematisch consolidirte und zu einer Wissenschaft erhoben wurde, hat man in diesem Jahrhundert sich bemüht, auch über den Chemismus der organischen Welt mehr Licht zu erhalten; zwar sind früher schon manche Wahrnehmungen gemacht worden, aber diese müssen als unsicher hingestellt werden; und von einem Unterschied zwischen anorganischer und organischer Chemie konnte überhaupt gar nicht die Rede sein.

Es wurde indessen den organischen Verbindungen eine nicht geringere Aufmerksamkeit geschenkt, als den anorganischen Verbindungen, aber eine scharfe Grenze

nicht gezogen. Gegenstände der organischen Chemie waren, worüber der allgemeine Theil bereits belehrt hat, den Alten wohl bekannt, wenn auch natürlich rein empirisch, z. B. der Essig-Galläpfelsaft, das erste Reagens, welches man brauchte; Terpentin, mit welchem man Destillationsversuche anstellte; auch wurde der Verseifungsproceß schon im Alterthum ausgeübt, und kannte man zu jener Zeit Stärkemehl, Zucker, Farbestoff, Oele, die Weingährung, Essiggährung u.

Obgleich während des Zeitalters der Alchemie verschiedene ätherische Oele dargestellt worden sind, die trockene Destillation u. zuerst versucht und die Einwirkung von Säuren auf Weingeist, wie wir mehrfach in der allgemeinen Geschichte unserer Wissenschaft gehört haben, schon im 13. Jahrhundert studirt wurde, so beschäftigten sich doch die Alchemisten bei ihrem Streben, den Stein der Weisen darzustellen, vorzugsweise mit mineralischen Substanzen, so daß diese vom 4. bis zum 16. Jahrhundert hauptsächlich den Gegenstand der Untersuchung bildeten.

Im 16. Jahrh. wurden, wie ebenfalls aus dem allgemeinen Theile erhellt, zwei verschiedene chemische Richtungen verfolgt, nämlich die metallurgische und die medicinische Chemie, von denen die erstere früher zu bestimmten Resultaten gelangte und namentlich durch Agricola repräsentirt wurde, während, wie wir wissen, die medicinische Chemie von den Iatrochemikern Paracelsus, van Helmont und anderen uns bekannt gewordenen Männern gepflegt wurde. Die Bestrebungen dieser Chemiker sind schon schöpferisch für theoretische Ansichten gewesen, welche sich auf Untersuchungen organischer Substanzen und auf Betrachtungen des chemischen Processes in dem Thier und in der Pflanze stützen. — Der Einfluß der höheren Temperatur auf organische Substanzen bildete den Ausgangspunkt für die Aufstellung von Ansichten über die chemischen Elemente, und auf die Betrachtung, wie Thiere und Pflanzen wachsen, stützte van Helmont seine Idee, daß das Wasser der eigentliche Urstoff aller Dinge sei (s. Thl. I., S. 57).

Die Vorarbeiten zu einer wissenschaftlichen Chemie wurden durch die pharmaceutische Chemie, eine Schöpfung der Iatrochemiker oder wenigstens eine Folge derselben, gemacht, da sie manche sichere Beobachtungen anstellte, welche hauptsächlich auf anorganische Substanzen, nämlich auf Metalle, sich erstreckten. — Hinsichtlich des Studiums der organischen Substanzen ging, wie wir schon im allgemeinen Theil gehört haben, das Bestreben nur darauf hinaus, aus denselben die eigentlich wirksamen Bestandtheile zu gewinnen, wogegen die Abscheidung derselben vernachlässigt wurde; denn es war nur Zweck, jene Bestandtheile in arzneilicher Form anwenden zu können; aber dennoch hatten jene Bemühungen zur Folge, daß einzelne wichtige organische Körper aufgefunden wurden, von denen man bis dahin keine Ahnung hatte; so z. B. stellte man, wie auch schon Thl. I. erwähnt worden ist, durch trockene Destillation aus der Benzoë die Benzoësäure, aus dem Bernstein die Bernsteinsäure, aus dem Holz den Holzessig dar. Es wurde ja auch schon, wie der (fälschlich) sogenannte Schwefeläther (Aethyloxyd) durch Einwirkung von Schwefelsäure auf Weingeist (s. Thl. I., P. II.) dargestellt, aber dennoch waren

diese Entdeckungen gegen die im Bereich der mineralischen Substanzen von geringer Bedeutung.

Während der Periode der medicinischen Chemie arbeitete die jatrochemische Richtung hauptsächlich an der Aufstellung allgemeiner Ansichten und berücksichtigte hierbei vorzugsweise das Verhalten organischer Substanzen zu einander, wogegen die metallurgisch-chemische Richtung vorzugsweise mit der Constatirung einzelner Thatfachen sich beschäftigte und fast ausschließlich anorganische Körper der Beobachtung unterwarf.

So wie nun die phlogistische Theorie austauchte und erkannt wurde, welches Ziel der Chemie eigentlich vorgesteckt sei, wurde auch die Unhaltbarkeit der jatrochemischen Theorien klar, und es trug dieses wesentlich dazu bei, das Interesse an der Untersuchung der organischen Körper zu schwächen. Dagegen wurden die metallurgischen Bestrebungen und deren schätzenswerthen Resultate wohl erkannt und führte diese Erkenntniß dazu, daß man den mineralischen Substanzen ein genaueres Studium zuwandte, indem man die Zusammensetzung genauer zu ermitteln suchte, so daß das Studium der anorganischen Substanzen vorherrschend wurde. — Die organischen Substanzen wurden hauptsächlich nur vom pharmaceutischen Standpunkte, weniger vom wissenschaftlich-chemischen Standpunkte aus, untersucht. Man lernte Verbindungen und Zerlegungen erkennen, von denen jede einzelne, genau untersucht, zur Förderung der wissenschaftlichen Chemie beitrug. Aber zur Zeit, wo die phlogistische Theorie ihrem Untergange sich näherte, begann die organische Chemie raschere Fortschritte zu machen. Man bestrebte sich, manche organische Säuren als eigenthümliche zu unterscheiden und deren Eigenschaften und Verschiedenheiten genauer zu untersuchen, ja man lernte sogar natürlich vorkommende organische Säuren aus anderen Körpern, so z. B. die Klee säure, die Einwirkung der Schwefelsäure und des Braunsteins, so wie namentlich der Salpetersäure auf verschiedene organische Körper kennen, wie dieses Alles durch die im ersten Theil gegebenen Beispiele und Citate bewiesen worden ist.

Die Schöpfer der antiphlogistischen Theorie wurden, wenn auch Lavoisier's Bestrebungen vorzugsweise auf den Gebrauch der Wage zur Ermittlung der quantitativen Verhältnisse anorganischer Körper gerichtet waren, sogar veranlaßt, die quantitative Zusammensetzung organischer Körper zu ermitteln.

So suchte Lavoisier z. B. die auf diese Weise erzielten Resultate zur Erklärung mehrerer wichtigen Zerlegungen organischer Körper anzuwenden. — Fourcroy und Vauquelin lenkten besonders ihre Aufmerksamkeit auf organische Substanzen und suchten organisch-chemische Proceßse, so z. B. den der Aether-Bereitung, zu erklären. Gay-Lussac, Thénard, Berzelius und Andere bemühten sich, die Analyse einzelner organischer Körper weiter auszuführen, und Berzelius bewies 1814 sogar, daß, wie uns der allgemeine Theil lehrt, auch für die organischen Verbindungen die stöchiometrischen Gesetze gültig sind. — Gay-Lussac that 1815 dar, daß sich ein zusammengesetzter Körper, das Cyan, wie ein einfacher Körper verhalten kann, wodurch die erste Grundlage zur Radicalen-Theorie geliefert wurde.

Besonders hervorragend waren die Untersuchungen des uns bekannt gewordenen Chevreul, durch welche dieser Chemiker nicht allein Licht über die Fette selbst verbreitete, sondern auch Anleitung gab, in welcher Weise die Veränderungen, die ein Körper erleidet, zu studiren seien, lehrte, wie der Körper selbst und dessen Zersetzungsproducte analysirt werden müssen, wie das Quantitäts-Verhältniß der Zersetzungsproducte bestimmt werden könne und was für eine Constitution dem Körper eigen sei. — Liebig und Wöhler zeigten später, wie durch eine solche Untersuchungsweise die schwierigsten Gegenstände der organischen Chemie sich bearbeiten lassen. Sie lehrten ferner kennen, daß in organischen Verbindungen ein Theil der Elemente unter sich in einer innigern Verbindung stehen kann, als mit dem andern, und welche so die rationelle Constitution an organischen Verbindungen und die Existenz organischer Radicale annehmen ließ.

Der Bereich der organischen Chemie wurde nun nach den verschiedensten Richtungen hin studirt und man suchte die auf künstlichem Wege erzeugte Anzahl natürlich vorkommender organischer Substanzen zu vermehren; so lehrte z. B. Kirchhoff 1811 die Umwandlung des Stärkemehls in Zucker kennen, Döbereiner 1822 die Ameisensäure künstlich darstellen und Wöhler 1828 den Harnstoff auf künstliche Weise bereiten. Die Arbeiten Duma's (1827 u. 1828) mit Boullay, über den Weingeist, und später 1834 gemeinschaftlich mit Peligot, über den Holzgeist, lehrten Analogien kennen, welche das Studium der organischen Chemie sehr erleichterten, so daß z. B. durch den Thl. I. S. 288 u. 289 erwähnten vormaligen Professor Mulder zu Utrecht die Untersuchungen auf mehr complicirte Substanzen ausgedehnt wurden. Jedoch waren diese Untersuchungen und deren Resultate nur Anfänge für den Ausbau der organischen Chemie, so daß vom geschichtlichen Standpunkte aus sich nicht viel urtheilen läßt; denn bekanntlich haben erst die letzten Decennien das Gebäude der organischen Chemie mehr befestigt, wenn auch von einem System nur bei gewissen organisch-chemischen Verbindungen die Rede sein kann. — Der Complex der Atome und die daraus folgende oder damit natürlich zusammenhängende leichte Zersetzbarkeit der organischen Substanzen hat freilich eine kaum überschaubare Menge von Thatsachen und Einzelheiten aufgedeckt, aber wegen der Heterogenität dieser Substanzen ist es auch sehr schwierig geworden, übereinstimmende und durchgreifende Theorien aufzustellen, welche ein den sämtlichen Verbindungen sich anpassendes System aufzustellen gestatten. Diese zeigt sich bei der aufgestellten Theorie der organischen Radicale, der Substitutions-Theorie, der Paarlings-Theorie, Kerntheorie, selbst bei der Theorie der Homologen und dem combinirten Gerhard'schen System, von denen wenigstens die Radicale-Theorie und die der homologen Reihen den größten Sieg davon getragen haben, deren theils (unter „Gmelin, Gerhardt, Laurent“ Thl. I.) schon gedacht worden ist, und von denen weiter unten noch ausführlicher die Rede sein wird.

Gehen wir nun wieder zurück und fragen wir, welche Unterscheidung zwischen anorganischen und organischen Verbindungen zu machen gesucht wurde, so werden

wir, wie schon aus dem Gefagten sich ergibt, auf noch größere Klippen stoßen, denn an einen solchen Unterschied konnte wohl zur Zeit, wo die Ausübung der Chemie lediglich der Darstellung des Steins der Weisen gewidmet war, nicht gedacht werden.

Obgleich der Essig, wie uns auch der allgemeine Theil gelehrt hat, den Alchemisten schon bekannt war, so wurde derselbe doch keineswegs als von den Mineralsäuren verschieden betrachtet. Die Classification der verschiedenen Zweige der Chemie zerfiel zu jener Zeit, z. B. nach dem Engländer Georg Ripley (s. Thl. I. S. 37 u. 38; auf letzterer die ersten vier Zeilen), in die Calcination, Solution, Separation, Conjunction, Putrefaction, Congelation, Cibation, Sublimation, Fermentation, Exaltation, Multiplication und Projection.

Während der medicinischen Periode ließ man die gesammte Chemie in die Lehre von den chemischen Operationen und in die Lehre von der Darstellung der chemisch eigenthümlichen Substanzen zerfallen. In Libavius' *Alchymia* (s. über Libavius Thl. I. S. 54 u. 55) ist z. B. durchaus keine Rücksicht auf den Unterschied zwischen anorganischen und organischen Substanzen genommen, man findet dort, daß die verschiedenen chemischen Präparate, ohne Rücksicht auf ihre Herkunft, nach der Art ihrer Darstellung und nach ihren äußeren Eigenschaften eingetheilt worden sind, so z. B. ist der Weingeist als Extract neben der Quintessenz aus dem Arsenik, der Essig als ein Del aus den Metallen (Metallsalzen) in die Oele pflanzlichen Ursprungs u. eingereiht worden u. s. w. Eine systematische Eintheilung der Chemie in mineralische, vegetabilische und animalische findet sich erst in dem Zeitalter der phlogistischen Theorie, z. B. in L'Émery's *Cours de Chymie*, dessen Inhalt und Eintheilung unter „L'Émery“ Thl. I. S. 89, 90 und 91 (s. diese) gedacht worden ist. Dort sowohl, als auch S. 257 (Thl. II.) ist unter Anderem erwähnt worden, daß L'Émery die Chemie als eine Kunst definirt, welche die verschiedenen Substanzen, die in einem Gemisch (mixte), worunter L'Émery den Zusammenhang sämmtlicher Naturproducte, oder diese im Allgemeinen zu verstehen scheint, vereinigt sind, zu trennen lehrt. Er sagt nämlich in seinem *Cours de Chymie* p. 2 in der „Definition und über les objects de la chymie“: „La Chymie est un art, qui enseigne à separer les differentes substances, qui se recontrent dans un mixte J'entens par les mixtes, les choses qui croissent naturellement, à savoir les minéraux, les végétaux et les animaux etc.“ (Weiteres s. S. 256), wo noch angeführt worden ist, was L'Émery unter „minéraux, végétaux et les animaux“ verstand. Uebrigens unterschied der besagte Chemiker und Schriftsteller die Substanzen nur nach ihrem Ursprung, und eine derartige Classification blieb lange Zeit üblich, bis die Begründer der phlogistischen Theorie den aus den Naturkörpern hervorgerufenen Substanzen einen Unterschied in der Zusammensetzung nachzuweisen suchten. So war z. B. Becher der Ansicht, daß zwar in allen Naturreichen dieselben seien, aber in den vegetabilischen und animalischen Substanzen auf eine verwickelte, in den mineralischen hingegen auf eine sehr einfache Art zusammengesetzt. Stahl spricht

in seinem Specimen Becherianum die Ansicht aus, daß in der Zusammensetzung der vegetabilischen und der animalischen Substanzen das wässerige und das brennbare Element vorherrschen. Daß diese beiden Elemente in den organischen Substanzen enthalten sind, wies man dadurch nach, daß sich aus ihnen bei der trocknen Destillation Wasser bildet und Kohle zurückbleibt.

Die Verfasser der ersten über die phlogistische Theorie zu Tage geförderten und uns überlieferten Publicationen verstehen unter organischen Substanzen solche, welche wir heute noch dahin rechnen. In dem (Thl. I. S. 97) erwähnten Conspectus chemiae von Zunder (Junckeri Consp. chemiae (Tom. II.) in forma tabularum etc. 1739) werden in Series tabularum chemicarum, Schwefel, Erdharze (Bitumina), Pflanzenharze (Resina), pflänzliche Oele, Kampher, thierische Fette und Oele (Pinguedo et olea animalia), die verschiedenen Arten Kohle, Ruß (Fuligo), Phosphor, Weingeist, Honig, Essig, Putrefactio, Fermentatio vinosa, Salpeter, Salpetersäure u. zusammengestellt.

Selbst Boerhave gibt in seinem 1732 erschienenen opus: „Elementa chemiae“ für die Substanzen, welche die Chemie zu untersuchen habe, nur eine Eintheilung nach dem Ursprung, ohne die mineralischen, vegetabilischen und animalischen Substanzen nach einer allgemeinen Verschiedenheit in der Zusammensetzung zu trennen. Als Unterschied zwischen vegetabilischen und Mineralsäuren führt er auf, daß letztere Metalle auflösen können, während diese (nämlich Gold, Silber, Quecksilber) von den ersteren nicht angegriffen werden, sowie daß die vegetabilischen Säuren durch den Organismus eine Umänderung erleiden können, wogegen diese den Mineralsäuren nicht zu Theil wird. Macquer unterschied in seinem 1778 erschienenen Dictionnaire de chimie die mineralischen Substanzen von den organischen, vegetabilischen oder animalischen, nach der Zusammensetzung. Er war der Ansicht, daß in allen organischen Substanzen das Phlogiston in der Verbindung mit Del als näherer Bestandtheil enthalten sei, in den anorganischen Substanzen dieses aber niemals sich vorfinde.

Ja er übertrug sogar solche Ansichten auf die vegetabilischen Säuren, von denen er glaubte, daß sie nach Entfernung des Phlogistons in mineralische übergehen könnten.

Macquer's Ansicht wurde jedoch nicht allgemein getheilt, denn z. B. Bergman (s. Thl. I. S. 131) hielt dafür, daß auch in den Mineralien das Phlogiston in öartiger Verbindung vorkomme. Ein richtiger Unterschied zwischen organischen und unorganischen Verbindungen, der Zusammensetzung nach, wurde erst durch Lavoisier begründet. Im Jahr 1789*) gab dieser Chemiker als Charaktere der vegetabilischen Substanzen an, daß sie aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen. Er machte besonders darauf aufmerksam, daß die genannten drei Elemente in den vegetabilischen Körpern nicht solche näheren Bestandtheile bilden, welche durch Einwirkung chemischer Agentien dargestellt werden können; ferner

*) S. z. B. dessen Traité élémentaire de Chimie Tom. I. und II.

daß in den vegetabilischen Verbindungen weder Wasser, noch Kohlensäure noch Del, sondern nur die Elemente derselben vorhanden seien und daß in den animalischen Verbindungen außerdem noch Stickstoff und Phosphor als Elemente sich finden.

Durch eine solche Erkenntniß und Aufklärung wurde auch eine bessere Eintheilung vorbereitet. Lavoisier suchte wenigstens nach einem bestimmten Princip eine Eintheilung zu ermöglichen. Er theilte die organischen Substanzen, welche Sauerstoff enthalten, nach den chemischen Eigenschaften in Säuren und Oxide ein; er machte die Unterabtheilungen, namentlich für die Säuren, nach der Herkunft, weil mit ungleichem Ursprung auch verschiedene Zusammensetzung verbunden sei; vegetabilische Substanzen mußten, nach ihm, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, und animalische auch Stickstoff enthalten. Eine solche Eintheilung war jedoch insofern mangelhaft, als zu den animalischen Säuren Milchsäure, Schleimsäure u. a., in denen kein Stickstoff sich nachweisen ließ, gezählt wurden.

Von anderer Seite wurde dagegen behauptet, daß in manchen vegetabilischen Säuren kein Stickstoff enthalten sei, so hielt z. B. Proust die Essigsäure für stickstoffhaltig. Indessen führten solche Widersprüche allmählich dahin, für die organischen Substanzen die Hauptabtheilungen, nur dem chemischen Charakter entsprechend, geltend zu machen.

Da Lavoisier die organischen Substanzen als solche Verbindungen bezeichnete, welche aus wenigen bestimmten Elementen zusammengesetzt sind, so waren seine Begriffe offenbar richtiger, als die seiner Vorgänger, aber dennoch waren jene mangelhaft, weil man nach ihnen Substanzen zu organischen Verbindungen rechnen konnte, welche nicht dahin gehörten, oder man mußte Substanzen der unorganischen Chemie dazu zählen, die keineswegs dahin gehören. Denn da er annahm, daß die organischen Körper wenigstens drei Elemente enthalten*), so mußte er Del und Wachs, als deren Bestandtheile er nur Kohlenstoff und Wasserstoff betrachtete, davon ausschließen. Diese Annahme war zu allgemein und doch nicht bezeichnend und exact genug. Indessen ergibt sich aus solchen Versuchen, daß schon gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts das Bedürfniß gefühlt wurde, Eintheilungen zu schaffen; aber wenn auch eine Eintheilung versucht wurde, so wurde durch neue Entdeckungen Veranlassung zur Unhaltbarkeit der gemachten Eintheilung gegeben.

Die organische Analyse, welche immer größerer Fortschritte sich erfreute, gab die Aufklärung, daß in Körpern, in denen man zwei Bestandtheile angenommen hatte, deren drei vorhanden waren, so daß man zu der Annahme gelangte, die organischen Verbindungen müßten wenigstens drei Bestandtheile enthalten. Dieser Annahme wurde jedoch z. B. durch die Untersuchungen der Kleesäure, von Seiten Dulong's und Döbereiner's (s. Thl. I. S. 223), durch Gay-Lussac, Untersuchung des Cyans (s. Thl. I. S. 156) u. widerstrebt.

Ferner glaubte man als Unterschied auführen zu dürfen, daß die unorganischen Verbindungen aus ihren Elementen sich darstellen lassen, aber nicht die organischen

*) S. *Traité élémentaire* p. 108. 109. 110. (Tome I.)

Substanzen; als jedoch Wöhler den Harnstoff aus Cyansäure und Ammoniak darstellte, so war auch diese Annahme nicht mehr haltbar. Es waren dann später Eintheilungen auf Theorien über die rationelle Constitution der organischen Verbindungen basirt, worauf schon früher hingedeutet worden ist, und welche weiter unten angeführt werden sollen.

Eine schwierige Aufgabe ist es von jeher gewesen, die Bestandtheile der organischen Körper zu bestimmen.

Blicken wir ins Alterthum hinein, so sind die Ansichten über die Elemente so abweichend von denen der Gegenwart, daß kaum eine Vergleichung angestellt werden kann; aber die Veränderung organischer Substanzen durch die Wärme war schon Jahrhunderte hindurch der Ausgangspunkt zu den Betrachtungen über die Elemente jener Körper und aller Materie überhaupt. Die Schüler des Aristoteles waren der Ansicht, daß in den Verbrennungsproducten des Holzes, in der Flamme, in dem beobachteten Wasser, dem aufsteigenden Rauch und der zurückbleibenden Asche die vier Elemente, Feuer, Wasser, Luft und Erde zu sehen seien und glaubten, daß daraus das Holz zusammengesetzt sei. Die Alchemisten machten einen Unterschied zwischen den Substanzen, welche bei der Verbrennung sich verändern und denjenigen, welche, wie Schwefel und Quecksilber, bei der Verbrennung unverändert sich verflüchtigen, und endlich auch noch den unverändert feuerbeständigen Substanzen, welche sie als Salz betrachteten, so daß sie schließlich alle Substanzen als aus diesen drei Principien bestehend betrachteten. Spätere Chemiker stimmten insofern hiermit überein, daß sie auch die Hitze für das wirksame Mittel hielten, einen organischen Körper zu zerlegen, aber sie waren der Ansicht, daß diese Zerlegung durch das Erhitzen bei abgehaltener Luft vollständiger geschehe. — Beobachtungen über die Producte der trockenen Destillation organischer Substanzen lagen der Annahme von fünf Hauptbestandtheilen zu Grunde. Sie glaubten das wässerige oder phlegmatische, das geistige oder mineralische, das ölige oder schwefelige, das salzige und das erdige Element in dem Wasser, in der sauren flüchtigen Flüssigkeit, in dem brennbaren Del, in dem auflöslichen und in dem unlöslichen Theile des Rückstandes annehmen zu dürfen. Wie dieses bereits unter „Lémery“ und dessen *Cours de Chymie* (Thl. I. S. 91) schon erwähnt worden ist.

Lémery sagt nämlich, daß die (auf S. 91 Thl. I. dieses Werkes schon erwähnten) von ihm angenommenen fünf Grundstoffe oder Principien: Wasser, Geist, Del, Salz und Erde, leicht in den vegetabilischen und in den animalischen Substanzen, schwieriger in den mineralischen sich nachweisen lassen. In seinem „*Cours de Chymie*“ S. 8 wird dieses durch folgende Worte ausdrücklich ausgesprochen: „On trouvé aisément les cinq Principes dans les animaux et dans les végétaux, mais on ne les rencontre pas avec la même facilité dans les minéraux etc. Ferner heißt es Seite 9 im *Cours de Chymie*: „Il y a de trois sortes de liqueurs qu'on qualifie du nom d'Esprit dans la Chymie: l'esprit des animaux, l'esprit ardent des végétaux et l'esprit acide. Le premier

comme l'esprit de corne de cerf, n'est qu'un sel volatile etc.; le second comme l'esprit de vin, de genièvre, de romarin est une huile (soufre, Schwefel) exaltée; le dernier comme l'esprit de vinaigre, de tartre, de vitriol est un sel essentiel acide etc. Hiernach enthielten, da Lémery S. 3 Cours de Chymie sagt: „L'Huile qu'on appelle Soufre, à cause qu'elle est inflammable, est une substance douce, subtile, onctueuse qui soit après l'esprit etc.“, seiner Meinung nach, der Weingeist, Genever und Rosmaringeist geistiges und schwefliges Princip.

Van Helmont (s. Thl. I. S. 80) war der Ansicht, daß alle organischen Substanzen aus Wasser bestehen, welche sich in alle andere Körper verwandeln können.

Boyle suchte 1661 diese Meinung zu widerlegen und zeigte vorzugsweise, daß das Feuer auf organische Körper anders bei Luftzutritt, als bei abgeschlossener Luft wirkt, und daß auf diese Weise sich verschiedenartige Producte erhalten lassen, welche auf den Namen des mercurialischen oder schwefligen Princip's Anspruch machen könnten, von denen aber keines diese Bezeichnung wirklich verdiene.

L. Lémery (s. Thl. I.) machte 1719 darauf aufmerksam, daß die Wärme die organischen Körper mehr verändere, als zerlege, und aus heilsamen, sowie aus giftigen Pflanzen ganz dieselben Substanzen hervorbringe; in den animalischen Stoffen sei Säure enthalten, aber die Zerlegung durch Feuer zeige dieselbe nicht an. Er rieth daher, die organischen Körper mittelst Auflösungsmittel zu zerlegen, und erst diese gewonnenen gleichartigen Substanzen werde man mit Nutzen der chemischen Zerlegung, durch Feuer, unterwerfen können. In den nächstfolgenden Jahren veröffentlichte er noch mehrere Abhandlungen, in denen er diese Ansicht weiter ausführte. — Man suchte, anstatt früher die ganzen Pflanzen oder Thiere zu zerlegen, nur fertig gebildete Bestandtheile derselben abzuscheiden.

Paracelsus hatte sich schon bemüht, aus den Pflanzen die arzneilich besonders wirksamen Bestandtheile, oder die Quintessenz, auszuziehen. Tachenius arbeitete vielfach über die Gewinnung des wesentlichen Salzes aus Gewächsen*), Diesen Versuchen, aus einer Pflanze einen Bestandtheil darzustellen, folgten nun im Anfang des 18. Jahrhunderts andere, mit dem Zweck, eine Pflanze in alle ihre näheren Bestandtheile zu zerlegen, und in dieser Beziehung verdient als theilnehmender Chemiker des 18. Jahrhunderts namentlich Boerhave hervorgehoben zu werden. Derselbe spricht in seinem Opus: „Elementa chemiae“ von einem Spiritus Rector (Aroma), oleum princeps; sal neuter; sal alkalinus fixus (Elementa chemiae Tom. secundus p. 34. 46, 50 x., als von näheren Bestandtheilen, welche in den Pflanzen aufgefunden worden seien.

Die Zahl der näheren Pflanzenbestandtheile, welche bei der Analyse unterschieden wurden, vergrößerte sich immer mehr, so daß im Jahr 1797 Deyeux und Bauquelin als solche näheren Bestandtheile den Extractivstoff, den Schleim

S. dessen Hippocrates chimicus S. 244.

oder das Gummi, den Zucker, das fette oder fixe Del, das flüchtige oder wesentliche Del, das Stärkemehl, den Kleber u. betrachteten.

Werfen wir einen Rückblick auf die Ansichten über die Elementar-Constitution in der phlogistischen Periode, zurück, so ist zunächst zu erwähnen, daß Becher, welcher die alten Annahmen eines mercurialischen, eines schwefligen und eines salzigen in seiner Lehre von drei Elementarerden, der mercurialischen, der brennbaren und der glasartigen wieder auftauchen ließ, diese letzteren, nebst dem elementaren Wasser in den mineralischen wie in den organischen Substanzen annahm. Er meint in seiner *Physica subterranea* (1669), in den ersteren seien diese Elemente auf eine sehr einfache, in den letztern auf verwickelte Art zu verschiedenartigen näheren Bestandtheilen vereinigt. Auch Stahl spricht in dem *Specimen Becherianum* (s. Thl. I) die Ansicht aus, daß die organischen Substanzen dieselben Elemente haben müssen, wie die unorganischen; denn die Pflanzen ziehen ihre Nahrung aus der Erde, also aus den Mineralien, und die Thiere aus den Pflanzen; nur walte in der Mischung der Substanzen, welche dem Pflanzen- und Thierreiche angehören, das wässerige Element und das Phlogiston vor; — daß die hierher gehörigen Substanzen *materiam aqueo-phlogiston* enthalten, sei für sie charakteristisch.

Stahl betrachtete nämlich die meisten organischen Substanzen aus salzigen (sauren) Theilchen, Phlogiston und Wasser bestehend, oder die beiden ersteren konnten zu Del vereinigt und so mit Wasser verbunden sein. Demgemäß galt auch der Weingeist in dem phlogistischen System, als aus Del und Wasser oder als aus Säure, das Del als aus Phlogiston und Wasser bestehend; das Del als aus Phlogiston, Säure und Wasser und vielleicht etwas Erde, oder, nach Scheele, als aus Phlogiston, Kohlensäure und Wasser zusammengesetzt.

Lavoisier aber stieß diese Ansichten um, indem er seine schon vor längerer Zeit gemachten Wahrnehmungen, daß bei der Verbrennung organischer Substanzen Kohlensäure und Wasser entstehen, benutzte, und seine zu Tage geförderten Entdeckungen, daß bei der Verbrennung der brennbaren Körper sich mit Sauerstoff vereinigt, sowie daß Kohlensäure aus Kohlenstoff und Sauerstoff, Wasser aus Wasserstoff und Sauerstoff besteht, zu Hülfe nahm, wodurch er zu dem Schluß kam, daß die organischen Körper Kohlenstoff und Wasserstoff als elementare Bestandtheile enthalten.

Gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts wußte van Helmont schon, daß bei der Verbrennung der Kohlen Kohlensäure sich bilde, und um die Mitte des 18. Jahrhunderts wurde dies auch Black bekannt, und 1772 zeigte Priestley, daß jene Luftart auch bei der Verbrennung von Luftkörpern, Weingeist, Aether u. entsteht. Auch hatte Helmont die Bildung von Wasser bei der Verbrennung von Del, Wachs, Holz, möglichst rectificirtem Weingeist u. schon beobachtet; die bei der Verbrennung von Weingeist sich zeigende Wasserbildung, welche auch Glauber gekannt zu haben scheint, war später durch Boyle bestätigt worden; auch Sander hat in seinem *Conspectus Chemiae* (s. Thl. I) angegeben, daß die Bildung von

Wasser besonders dann wahrgenommen werden könne, wenn man den Weingeist in einer tubulirten Retorte verbrenne, so daß der entstehende Dunst nach der Vorlage sich hinziehe. Scheele gab in seiner Abhandlung „von Luft und Feuer“ (1777) an, daß die Oele bei der Verbrennung Kohlensäure und Wasser liefern und er schloß, daß diese Substanzen, nebst dem Phlogiston, die Elementarbestandtheile der Oele seien.

Lavoisier gelangte, durch den 1775 von ihm geschehenen Nachweis, daß die Kohlensäure aus Kohlenstoff und Sauerstoff bestehe, und durch Cavendish's Entdeckung, daß das Verbrennungs-Product des Wasserstoffs Wasser sei, 1784 zu dem Schluß, daß der Weingeist, da derselbe bei der Verbrennung Kohlensäure und Wasser liefere, nur Kohlenstoff und Wasser enthalten müsse.

Lavoisier (s. *Traité élémentaire*), widmete sich, in Folge dieser Wahrnehmungen, nun mit großem Eifer der Zerlegung organischer Substanzen. Er bestimmte, wie viel Sauerstoff bei der Verbrennung einer bestimmten Quantität organischer Substanz verbraucht wird, und außerdem, wieviel Kohlensäure sich dabei bildet.

Da er nun von der Annahme ausging, daß bei der Verbrennung nur Wasser und Kohlensäure entstehe, und das Gewicht der verbrannten Substanz und des verzehrten Sauerstoffs, zusammengenommen, dem Gewicht der gebildeten Kohlensäure und des gebildeten Wassers, zusammengenommen, gleich sein müsse, ermittelte er, wie viel Wasser sich bildete, indem er das Gewicht der erzeugten Kohlensäure von der Summe des Gewichts der Gewichte der verbrannten Substanz und des verzehrten Sauerstoffs abzog. Aus den so gefundenen Quantitäten Wassers und Kohlensäure berechnete er alsdann den Gehalt der verbrannten Substanz an Wasserstoff und Kohlenstoff.

Ein derartiges Verfahren schlug er bei seiner zuerst 1784 veröffentlichten Untersuchung ein. Er nahm dabei wahr, daß bei gewöhnlichem, nämlich 28", Barometerstand und 10° R., 1 Cubitzoll Sauerstoff 6,47317 Gran, 1 Cubitzoll Wasserstoff 0,03745 Gran und 1 Cubitzoll Kohlensäure 0,6950 Gran wiege und daß in 100 Theilen Wasser 13,1 (richtiger 11,1) Procente Wasserstoff enthalten seien.

Anmerkung. Die richtigeren Zahlen für 1 C. Z. O. sind 0,5152, für 1 C. Z. H. 0,0329; für 1 C. Z. Kohlensäure 0,7083.

Auf diese Annahmen gestützt, suchte nun Lavoisier in der angeführten Abhandlung die Zusammensetzung der Kohlensäure, die von vegetabilischer Kohle und von Wachs zu ermitteln, indem er in einer mit Quecksilber gesperrten und mit Sauerstoff gefüllten Glocke eine gewogene Kapsel mit Kohlen oder ein gewogenes Wachslicht brachte und diese Körper mittelst etwas Zunder und Phosphor, die daran befestigt waren, durch ein heißes gekrümmtes Eisen, mit welchem man durch das Quecksilber unter die Glocke fahren konnte, entzündete. — Bei jedem Versuch wurde die anfänglich angewandte Menge Sauerstoff, die Quantität des verbrannten Körpers (durch Wägung der Kapsel mit Kohlen oder des Wachslichts nach der Verbrennung) das Volum der Luft unter der Glocke nach der Verbrennung

die Quantität Kohlen Säure die sich gebildet hatte, (durch die Volums-Verminderung mit Zusatz von kauftischem Alkali) und die Quantität unverändert gebliebenen Sauerstoffs bestimmt.

Lavoisier besaß überhaupt eine außerordentliche Geschicklichkeit im Experimentiren, wovon seine Analysen des Baumöls und des Wachses einen glänzenden Beweis liefern. Bei seiner Analyse des Wachses stimmte die Summe der berechneten Quantitäten Kohlenstoff und Wasserstoff mit dem Gewicht des verbrannten Wachses nahe überein, sie stellte sich einmal größer, das andere Mal kleiner heraus. Nach der mit Baumöl ausgeführten Analyse stimmte die Summe der nach Lavoisier's Berechnung gefundenen Quantitäten Kohlenstoff und Wasserstoff genau mit der angewandten Menge Baumöl überein. Lavoisier schloß aus seiner Analyse, daß das Baumöl 78,9 Procente Kohlenstoff auf 21,1 Procente Wasserstoff enthalte.

Die Analysen Lavoisier's waren in ihren unmittelbaren Resultaten so genau, daß man sie den Versuchen aller anderen während der folgenden 20 Jahre über denselben Gegenstand arbeitenden Chemiker an die Seite stellen konnte.

Freilich gab die Berechnung die Ergebnisse für den Kohlenstoffgehalt der untersuchten Substanz nur ein approximativ richtiges Resultat, wogegen sie für den Wasserstoffgehalt ganz abwich, da derselbe nach dem irrthümlich viel zu groß angenommenen Wasserstoffgehalt des Wassers viel zu hoch ausfallen mußte, weshalb der Gehalt an Sauerstoff zu gering ausfiel. Uebrigens betrachtete Lavoisier die vegetabilischen Substanzen als aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzt (s. *Traité élémentaire* Tom. I. p. 132. Chapitre XII. 1789 „De la décomposition des Matières végétales et par l'action du feu u. s. w.); und diese Erkenntniß setzte ihn in den Stand, die Producte der trockenen Destillation organischer Körper zu erklären. Lavoisier suchte hierbei dasselbe Ziel, welches Boyle hundert Jahre zuvor erstrebt hatte, zu verfolgen, indem er nämlich zu beweisen sich bemühte, daß die Körper, welche bei der trockenen Destillation der organischen Verbindungen auftreten, nicht als nähere Bestandtheile schon gebildet in diesen Verbindungen vorhanden seien. Ein organischer Körper, welcher eine dreifache Verbindung aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff sei und noch etwas schon gebildetes Wasser enthalte, gebe bei dem Erhitzen Kohlen Säure und brennbares Gas, indem das Wasser zerlegt werde, indem überhaupt bei der Erhitzung aller vorhandene Sauerstoff sich mit Kohlenstoff zu Kohlen Säure vereinige, und der so frei werdende Wasserstoff, noch etwas Kohle aufnehmend, als Gas entweiche; Del entstehe, indem sich Wasserstoff mit mehr Kohlenstoff verbinde. Auf diese Weise entwickelte Lavoisier den später stets anerkannten Satz, daß die bei der trockenen Destillation organischer Verbindungen sich bildenden Producte nicht die näheren Bestandtheile von jenen sind, sondern nur aus denselben, aber in verschiedenen Körpern vereinigten Elementen wie jene bestehen. Lavoisier kann demnach als der Begründer der Elementar-Analyse angesehen werden, da er auf der einen Seite sowohl die Wichtigkeit erkannte, die Menge des bei der Analyse sich bilden-

den Wassers damit zu bestimmen, als auch auf der andern Seite verbrennliche Materien mit Metalloxyden erhitzte, um aus der Quantität der gebildeten Kohlensäure den Kohlenstoffgehalt der ersteren zu entwickeln.

Lavoisier's System und Ansichten wurden indessen sehr bestritten und von mancher Seite her gar nicht berücksichtigt; denn es fingen erst wieder um das Jahr 1806 einige Chemiker an, sich mit der Elementaranalyse organischer Verbindungen zu beschäftigen. Die Methode, welche gehandhabt wurde, bestand darin, die Substanzen in Dampfgestalt mit Sauerstoffgas zu mischen, und das Gemenge wie eine Gas Mischung zu analysiren, oder darin, die Substanzen durch ein glühendes Rohr zu leiten, in Kohle und permanente Gase zu verwandeln und diese zu analysiren. Th. v. Saussure wandte zur Zerlegung des Alkohols drei Methoden an, nämlich erstens versuchte er, wie es Lavoisier schon gethan, Weingeist in Sauerstoff in einer Lampe zu verbrennen; zweitens eine bestimmte Quantität Sauerstoffgas, welchem eine bekannte Menge Weingeistdämpfe beigemischt war, mit einem bekannten Volum detoniren zu lassen; er bestimmte, wie viel Kohlensäure sich bildet und wie viel Sauerstoff zur Verbrennung der vorhandenen Menge Alkohol nöthig ist, und drittens ließ er Alkohol durch ein glühendes Porzellanrohr streichen, wo sich Wasser, ein brennbares Gas, Kohlenstoff und sehr wenig Del bildeten, deren Quantitäten bestimmt wurden. Der Kohlenstoff des gebildeten Dels wurde durch Schätzung bestimmt, das brennbare Gas nach gewöhnlicher Weise analysirt. — Den Aether analysirte er nach den beiden letzteren Methoden.

In einer solchen Weise, mit Hülfe des Eudiometers, wurden zu jener Zeit noch mehrere Analysen ausgeführt; so z. B. von Thénard über verschiedene Aetherarten.

Berthollet suchte 1810 die quantitative Zusammensetzung vegetabilischer Substanzen dadurch genau zu ermitteln, daß er sie, möglichst getrocknet, der Destillation unterwarf und die Zersetzungsproducte durch eine Porzellanröhre streichen ließ, um sie ganz in Kohle und Gase zu verwandeln, welche letzteren er dann eudiometrisch analysirte.

Durch Gay-Lussac und Thénard wurde zuerst die Idee ausgeführt, die zu analysirende organische Substanz mit einem Körper zu erhitzen, welcher Sauerstoff chemisch gebunden enthält, und ihn bei dem Erhitzen abgibt, so daß dadurch der Kohlenstoff und der Wasserstoff der zu analysirenden Substanz oxydirt werden. Die genannten Chemiker wandten chloresäures Kali dazu an, von welchem sie ein bestimmtes Gewicht mit einer gewissen Menge der zu untersuchenden Substanz mischten und in die Form von kleinen Kugeln brachten. Diese Mischung verbrannten sie in einer aufrecht stehenden, unten glühenden Röhre, welche an ihrem obern Ende mit einem Hahn verschlossen, der nicht durchbohrt, sondern nur mit einer Grube versehen war. Auf diese Weise konnten sie, mittelst dieses Hahns, ein Kügelchen nach dem andern in die Röhre bringen und verbrennen lassen, ohne daß die atmosphärische Luft mit den Verbrennungsproducten sich mengen konnte. Mit der Verbrennungsröhre war seitwärts eine

dünne Röhre verbunden, durch welche die entweichenden Gase unter Glocken, die mit Quecksilber gefüllt waren, geleitet wurden. Nachdem in dem Apparat einige Kugeln der Mischung aus chlorsaurem Kali und organischer Substanz verbrannt worden waren, um die atmosphärische Luft aus der Verbrennungsröhre zu entfernen, wurde eine gewogene Menge der Mischung verbrannt und das hieraus sich entwickelnde Gas aufgefangen. Von der Mischung war bekannt, wie viel chlorsaures Kali und wie viel organische Substanz darin enthalten war, also auch, wie viel Sauerstoffgas das erstere für sich bei der Zersetzung hätte geben müssen; es wurde bestimmt, wie viel Sauerstoffgas in dem erhaltenen Gas enthalten war, und so ermittelt, wie viel Sauerstoff sich bei der Verbrennung mit der organischen Substanz verbunden hatte. Es wurde untersucht, wie viel Kohlensäure in dem erhaltenen Gas enthalten war, und das Gewicht derselben von der Summe des Gewichts des verzehrten Sauerstoffs und der angewandten organischen Substanz abgezogen, gab an, wie viel Kohlensäure eine gewisse Menge der organischen Substanz bei der Verbrennung gab, ließ sich auch Wasserstoff- und Kohlenstoffgehalt berechnen. Im Fall die Substanz stickstoffhaltig, wurde sie mit möglichst wenig chlorsaurem Kali verbrannt, um die Oxydation des Stickstoffs zu vermeiden, und es wurde gesucht, wie viel Stickstoff in dem sich entwickelnden Gas enthalten war.

Indessen machte die Elementar-Analyse organischer Verbindungen einen weiteren bedeutenden Fortschritt durch Berzelius' Arbeiten, indem dieser bedeutende Chemiker 1814 lehrte, wie man das Wasser und die Kohlensäure direct dem Gewichte nach bestimmen könne.

Berzelius analysirte damals auf folgende Weise: die zu untersuchende Substanz wurde mit einer Mischung aus chlorsaurem Kali und Chlornatrium innig gemengt, das Gemenge in einer Glasröhre erhitzt, das entstehende Wasser für sich und in einer mit Chlorcalcium gefüllten Glasröhre aufgefangen, das sich entwickelnde Gas unter einer mit Quecksilber gefüllten Glocke gesammelt, und ein gewogenes, mit Quecksilber gefülltes Gefäß hereingebracht, um die Kohlensäure zu binden und wägen zu können. Die Gewichtszunahme dieses Gefäßes und der zur Auffammlung des Wassers bestimmten Apparate ließen ihn erkennen, wie viel Kohlensäure und wie viel Wasser sich bei der Verbrennung gebildet hatte, oder wie viel Kohlenstoff und wie viel Wasserstoff in der analysirten Substanz enthalten waren.

Gay-Lussac benutzte zur Verbrennung (1815) Kupferoxyd, wiewohl schon Lavoisier organische Substanzen mit solchen Metalloxyden, die ihren Sauerstoff bei erhöhter Temperatur leicht an verbrennliche Körper abgeben, erhitzt hatte, um die Zusammensetzung derselben zu ermitteln.

Gay-Lussac und Thénard waren 1810 der Ansicht, daß die vollständige Verbrennung organischer Substanzen auf zwei verschiedenen Wegen erreicht werden könne, nämlich durch Erhitzen mit Metalloxyden oder mit chlorsaurem Kali. Berzelius hatte 1811 versucht, die Salze organischer Säuren durch Erhitzen mit braunem Bleioxyd zu zerlegen, und die Zersetzungsproducte durch Chlorcalcium

und durch Kalkwasser aufzufangen, wovon er die Resultate 1812 veröffentlichte; später zog er den Gebrauch des chloresauren Kali's dem des Bleisuperoxyds vor. — Bald fand man jedoch das Kupferoxyd noch anwendbarer, so daß von 1816 an dieses Metalloxyd als gewöhnliches Mittel zur Analyse der organischen Substanzen Anwendung fand; für stickstofffreie Körper erkannte besonders Döber-
einer die Vorzüglichkeit jenes Mittels.

Die Anwendung der Stöchiometrie auf die organische Chemie hat die Wissenschaft Berzelius zu verdanken.

Das spezifische Gewicht des Dampfes als Controle für die Analyse organischer Verbindungen anzuwenden, lehrte zuerst Gay-Lussac kennen.

Bevor durch Stahl die phlogistische Theorie begründet wurde, kannte man keinen Unterschied zwischen den entfernteren und näheren Bestandtheilen der organischen Verbindungen; man begnügte sich vielmehr damit, das durch chemische Agentien, z. B. durch die Wärme aus ihnen Erhaltene für ihre constituirenden und zugleich auch für ihre letzten Bestandtheile zu halten. Die im 17. Jahrhundert angenommenen Elemente: ein wässeriges, ein geistiges, ein öliges, ein salziges und ein erdiges Element glaubte man nicht allein durch die trockene Destillation, sondern auch durch andere chemische Mittel aus organischen Substanzen darstellen zu können.

So wie Stahls Lehre, daß die organischen Verbindungen als letzte Bestandtheile das salzige (saure), das wässerige und das brennbare Element enthalten, zeigte sich zugleich auch eine Spaltung zwischen den Ansichten der Chemiker, welche sich lange erhielt. Einige behaupteten, jene Elemente seien unter sich zu näheren Bestandtheilen vereinigt. Andere leugneten die Existenz von solchen näheren Bestandtheilen.

Stahl hielt z. B. für nähere Bestandtheile des Weingeistes ein subtiles Del, nebst Säure und Wasser. Ebenso war Fr. Hoffmann der Ansicht, der Weingeist bestehe aus Del und Wasser, und die Entziehung des letzteren durch Schwefelsäure lasse das erstere als Aether frei werden. In ähnlicher Weise glaubte er von den Harzen, Säure und ätherisches Del seien ihre näheren Bestandtheile, weil ätherische Oele durch die Einwirkung von Säuren in harzartige Substanzen übergeführt werden. Junder dagegen nannte damals eine Säure, Phlogiston und Wasser als die Bestandtheile des Weingeistes, ohne anzunehmen, zwei von diesen Elementen seien unter sich zu einer Substanz verbunden, die als näherer Bestandtheil in dem Weingeist enthalten sei. Von den letzten Anhängern der phlogistischen Theorie gaben mehrere dieser Betrachtungsweise den Vorzug, und nahmen also an, in den einfachen organischen Verbindungen seien keine näheren Bestandtheile, als die letzten Bestandtheile enthalten. Andere erklärten sich für die entgegengesetzte Ansicht, indem sie z. B. diejenigen Körper, welche durch Salpetersäure in eine besondere Säure verwandelt werden, als aus dieser Säure und Phlogiston zusammengesetzt betrachteten, und glaubten, die Salpetersäure wirke in der Art ein, daß sie das Phlogiston anziehe und die damit verbundene Säure in Freiheit setze.

Lavoisier sagt von den vegetabilischen Säuren, daß für dieselben bei der gewöhnlichen Temperatur die Affinität aller drei Elemente, die sie enthalten, im Gleichgewicht sei; es sei in ihnen weder Wasser, noch Kohlensäure, noch Del (Kohlenwasserstoff) enthalten; wenn man sie aber etwas über 80° R. erhitze, so vereinigen sich Sauerstoff und Wasserstoff, um Wasser zu bilden. Hiernach würde Lavoisier in den vegetabilischen Säuren keine näheren Bestandtheile annehmen, und nicht einmal das Wasser, welches einige derselben beim Trocknen verlieren.

In den Abhandlungen über die Reform der chemischen Nomenclatur (1787), an denen Guyton de Morveau, Lavoisier, Fourcroy und Berthollet gemeinsam Theil haben, sind die organischen Säuren bestimmt als binäre Verbindungen behandelt; der Sauerstoff wird als der eine nähere Bestandtheil, die anderen Elemente, als zusammen den anderen näheren Bestandtheil bildend, betrachtet.

Es wurde selbst angenommen, ein Radical könne sich in verschiedenen Verhältnissen mit Sauerstoff verbinden.

Damals hielt man dafür, daß man für die vegetabilischen Säuren den Sauerstoff von den Elementen in Gedanken zu trennen, und die letzteren sich als zu Verbindungen vereinigt zu denken habe, welche die Chemie wohl noch isolirt darstellen werde; diese hypothetischen Verbindungen seien die Radicale der organischen Säuren. (S. hierüber: *Traité élémentaire de Chimie par Lavoisier 1787* Tom. premier, seconde partie p. 197; *Observations sur le tableau des Radicaux ou bases oxydables et acidifiables, composés de la réunion de plusieurs substances simples*; sowie p. 196 ebendasselbst: *Tableau de Radicaux composés ou bases oxydables et acidifiables, composés, qui entrent dans les combinaisons à la manière des substances simples etc.* Dort werden z. B. als Radicale aufgeführt: „Radical tartarique, Radical citrique, R. malique, R. pyro.-lignique, R. pyro.-tartarique, R. oxalique, R. acetique, R. benzoique, R. gallique etc. Siehe ferner ebendasselbst p. 208 u. 209: *Observations et Tableau des combinaisons de l'Oxygène avec les radicaux composés*; auch p. 212: *Combinaisons binaires de l'Azote avec les substances simples etc.*

Die Nachfolger Lavoisier's schlossen sich meistens dieser letzteren Ansicht an. Wiewohl Fourcroy die vegetabilischen Säuren im Allgemeinen als ternäre Verbindungen betrachtet, so hält er es doch für wahrscheinlich, daß mehrere derselben nicht Oxydationsstufen einer und derselben zusammengesetzten Basis sein könnten. Auch Girtanner gedenkt zwar (1795) Lavoisier's Ausspruch, die vegetabilischen Säuren enthalten nur Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, und zwar nicht etwa zu Wasser, Del und Kohlensäure, sondern zu einer Verbindung vereinigt, aber seine ganze Behandlung des Gegenstandes entspricht der entgegen-gesetzten Ansicht. Er theilte die Säuren überhaupt in solche mit einfacher und mit zusammengesetzter Grundlage. Sehr bestimmt sprach sich Berthollet in seiner *Statique chimique* (1803) dahin aus, es seien die organischen Säuren nicht als

ternäre Verbindungen zu betrachten, sondern als Verbindungen des Sauerstoffs einerseits mit einer zusammengesetzten Substanz andererseits, welche letzteren nach dem Verhältniß der constituirenden Elemente und nach der Condensation derselben verschieden sein könne; er sagt ferner, diese zusammengesetzte Substanz, das Radical der Säure, enthalte Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. — Von der Bernsteinsäure und der Benzoesäure vermuthete Berthollet, daß sie einen harzartigen Körper oder ein flüchtiges Del zur Basis haben.

Gay-Lussac und Thénard folgerten aus ihren Versuchen, jede vegetabilische Substanz, die mehr Sauerstoff enthalte, als hinreiche, mit dem vorhandenen Wasserstoff Wasser zu bilden, sei harziger oder ölig oder alkoholischer Natur; jede solche Substanz, welche Sauerstoff und Wasserstoff in dem Verhältniß wie im Wasser enthalte, sei weder saurer, noch harziger Natur, sondern von der Art, wie Zucker, Gummi, Stärkemehl, Holzfaser u. dgl.; Wasserstoff und Sauerstoff seien in den vegetabilischen Substanzen zu Wasser als näherer Bestandtheil vereinigt. Hiernach können die Pflanzensäuren als aus Kohlenstoff, Wasser und Sauerstoff, die Harze, Oele, der Alkohol und der Aether als aus Kohlenstoff, Wasser und Wasserstoff, und endlich Zucker, Gummi, Stärkemehl, Holzfaser u. dgl. als nur aus Kohlenstoff und Wasser bestehend angesehen werden.

Später waren die Chemiker der Ansicht, daß alle organischen Verbindungen wenigstens ternäre seien, und daß die Elemente in ihnen unmittelbar verbunden seien, ohne sich vorher zu binären Verbindungen vereinigt zu haben; in einer organischen Substanz, welche Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthalte, seien sämtliche Elemente — der Kohlenstoff mit dem Sauerstoff wie mit dem Wasserstoff, der Sauerstoff mit dem Wasserstoff wie mit dem Kohlenstoff, der Wasserstoff mit dem Kohlenstoff wie mit dem Sauerstoff — in gleich naher Verbindung.

Diese Ansicht wurde 1814 von Berzelius ausgesprochen, und Viele huldigten auch derselben, da in der That dem Bedürfniß, einen bestimmten Unterschied und eine feste Grenze zwischen organischen und anorganischen Verbindungen zu haben, damit abgeholfen zu sein schien. Jedoch stimmten einzelne Chemiker nicht bei; so betrachtete z. B. Gay-Lussac 1815 ölbildendes Gas und Wasser als die näheren Bestandtheile des Alkohols und Aethers; Döbereiner 1816 als die näheren Bestandtheile der Kleeensäure, Kohlenoxyd und Kohlenensäure.

Vor Allem war jedoch Gay-Lussac's Untersuchung über das Cyan (1815) von großem Einfluß, indem dadurch zuerst dargethan wurde, daß sich ein zusammengesetzter Körper gerade so verhalten kann, wie ein einfacher. Danach wurde dieses Resultat nicht unmittelbar zur Aufklärung der rationellen Constitution anderer organischen Verbindungen angewendet, man stellte vielmehr das Cyan in den Bereich der anorganischen Chemie. Im Jahre 1816 zeigte Ampère, daß man für die Ammoniaksalze eine ganz ähnliche Constitution, wie für die Salze von Kali u. s. w. annehmen kann, sobald man zugiebt, daß eine Verbindung von Stickstoff und Wasserstoff sich wie ein Metall verhalte.

Berzelius, welcher die Ueberzeugung gewonnen hatte, daß die elektrochemische

Theorie die beste Erklärung für die chemischen Thatsachen biete, suchte nun, da nach dieser Theorie alle Verbindungen nothwendig als binäre betrachtet werden müssen, auch die organischen Verbindungen anders aufzufassen. Er bemühte sich, die Ansicht geltend zu machen, daß die einfachen organischen Verbindungen Dryde von zusammengesetzten Radicalen seien, welche aus Kohlenstoff und Wasserstoff, oder aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff bestehen. Die einfachen organischen Verbindungen seien, seiner Ansicht zufolge, als elektrochemisch in einen elektropositiven und in einen elektronegativen Bestandtheil theilbar, und wenn Sauerstoff darin enthalten sei, so bilde dieser wohl ganz den einen näheren Bestandtheil, während alle anderen Elemente zu dem andern Bestandtheil vereinigt seien und dieser Ansicht hing Berzelius lange Zeit hindurch an.

Es wurden nun wieder die sauerstoffhaltigen organischen Substanzen ähnlich wie sauerstoffhaltige anorganische Verbindungen, wie Dryde, betrachtet. Jedoch solche Bemühungen, die rationelle Constitution dadurch ausfindig zu machen, daß man sie mit analogen anorganischen Verbindungen verglich, führte auch dahin, daß die organische Chemie zum Theil systematischer und verständlicher dargelegt werden konnte. Es geschah dieses durch die Annahme zusammengesetzter Radicale, welche sich wie einfache unorganische Substanzen verhalten; man suchte also zusammengesetzte organische Körper mit einfachen anorganischen parallel zu stellen.

Namentlich wurde diese Parallelisirung auf die zusammengesetzten Aetherarten angewandt; denn diese Körper waren schon früher als den Salzen ähnlich betrachtet worden; eine genauere Parallele zwischen ihnen und den Salzen eines bestimmten Alkali's zogen jedoch zuerst Dumas und Boullay 1828, indem diese Chemiker die von Gay-Lussac schon 1815 geäußerte Ansicht, Alkohol und Aether seien Verbindungen von ölbildendem Gas und Wasser, wieder aufhoben; sie ermittelten zuerst die richtige Zusammensetzung der Aetherarten, welche Sauerstoffsäuren enthalten und fanden, daß diese Körper als Verbindungen von Säure und Aether oder von Säure, ölbildendem Gas und Wasser betrachtet werden können; ebenso wie die Ammoniaksalze aus Säure, Ammoniak und Wasser bestehen. — Sie führten die Vergleichung zwischen den Aetherarten und Ammoniakverbindungen erschöpfend durch und thaten dar, daß eine Klarheit in die Constitution der organischen Verbindungen gebracht werden kann, wenn man für sie eine ähnliche Constitution wie für unorganische annimmt. Indessen ein großer Fortschritt in der richtigen Erkenntniß und Betrachtung der rationellen Constitution geschah durch die Annahme, daß in wirklichen organischen Substanzen ein Theil der Elemente unter sich durch stärkere Verwandtschaft vereinigt ist, als mit den anderen Elementen; daß jener Complex von Elementen zusammenbleibt, während die anderen durch andere Substanzen ersetzt werden können; daß jener Complex von Elementen sich verhält wie ein einfacher unorganischer Körper, und daß alle Substanzen, die ihn unverändert enthalten, etwas Gemeinsames haben, z. B. die Eigenschaft, daß aus ihnen allen eine bestimmte organische Verbindung dargestellt werden kann. Zu einer solchen Erkenntniß führten jedoch erst 1832 Liebig's und Wöhler's Unter-

suchungen über das Bittermandelöl und dessen Veränderung durch Sauerstoff Chlor zc.; und die Reihe der organischen Radicale, welche mehr Ordnung in das Chaos hineinbrachte, wurde durch das Benzyl eröffnet, obgleich mit dem Cyan eigentlich der Anfang gemacht worden war.

Die Radicalentheorie oder die Theorie der zusammengesetzten Radicale betrachtete nämlich die organischen Verbindungen, nach Art der unorganischen, aus einem electropositiven Radical und aus Sauerstoff oder einem electronegativen Körper bestehend. Die organischen Radicale unterscheiden sich aber von den unorganischen dadurch, daß sie zusammengesetzte Körper sind, die nur die Rolle eines einfachen Grundstoffes spielen. Die zusammengesetzten Radicale werden demnach als die Elemente der organischen Chemie betrachtet.

Einige Chemiker rechneten den Sauerstoff zu den Bestandtheilen der Radicale, andere, und zwar die meisten, nahmen an, daß die Radicale nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff, in einigen Fällen aus Kohlenstoff und Stickstoff bestehen können. Man unterschied daher binäre und ternäre Radicale, d. h. solche, welche aus 2 oder 3 Grundstoffen bestehen, und endlich auch quaternäre, welche aus 4 Grundstoffen zusammengesetzt sind; jedoch sind diese Radicale nicht allgemein angenommen. In einzelnen Fällen gehen merkwürdiger Weise auch Metalle in diese Radicale ein, so daß es den Anschein hat, als ob sie einen wesentlichen Bestandtheil derselben ausmachten.

Diese Theorie hatte sich ausgezeichneter Erfolge zu rühmen, und die Zahl der organischen Radicale scheint eine sehr große zu sein, wenn auch die Mehrzahl derselben, welche man zu kennen glaubte, nur in Verbindungen existiren und nur eine geringe Anzahl aus ihren Verbindungen abgeschieden worden ist; dem ließe sich jedoch einwenden, daß in der unorganischen Chemie auch Radicale, wie z. B. das Ammonium, angenommen werden, welche noch nicht isolirt worden sind.

Organische Radicale, welche dem Chlor gleich gestellt wurden, sind z. B. Cyan, $C_2 N = Cy$ und Mellon, $C_6 N_4 = Me$.

Organische zusammengesetzte Radicale, welche die Rolle eines Metalls spielen, indem sie mit Chlor, Iod, Schwefel, Cyan zc. Salze bilden und mit Sauerstoff Verbindungen hervorrufen, die, den Metalloxyden ähnlich, basische Eigenschaften besitzen, sind das Aethyl $C_4 H_5$, Methyl $C_2 H_3$ und Kakodyl $C_4 H_6 As_2$ und mehrere andere.

Radical	Sauerstoffverbindg.	Chlorverb.	Cyanverb.	Schwefelverbindung.
Aethyl $C_4 H_5 = Ae$	$Ae O$	$Ae Cl$	$Ae Cy$	$Ae S$
Methyl $C_2 H_3 = Mt$	$Mt O$	$Mt Cl$	$Mt Cy$	$Mt S$
Kakodyl $C_4 H_6 As_2 = Kd$	$Kd O$	$Kd Cl$	$Kd Cy$	$Kd S$

Die Annahme solcher organischen Radicale wurde durch die Abscheidung des Aethyls, Methyls, Amyls, Valyls und die Darstellung des antimonhaltigen organischen Radicals, des Stibäthyls, noch mehr bestätigt.

Dennoch ist die Anwendung dieser Theorie auf die Classification der organischen Verbindungen, in jüngster Zeit sehr in den Hintergrund getreten, weil eine

außerordentlich große Anzahl Radicale, außer wenigen, nicht abgeschieden werden konnte und andere Theorien, wie die der Typen, als durchgreifender sich bewährten.

Eine andere auf die organischen Verbindungen angewendete Theorie war die von Seiten Berzelius' aufgestellte Lehre von den Paarlingen oder Paarlingstheorie.

Diese Vorstellungsweise von der Constitution der organischen Verbindungen gründete sich darauf, daß ein chemisch wirksames Oxyd sich mit einem andern zusammengesetzten Körper verbinden könne und dabei seinen Charakter behaupte.

Werden auch die Eigenschaften des Oxyds durch den hinzugetretenen Körper modificirt, so wird doch die chemische Natur desselben nicht aufgehoben und deshalb betrachtete man jene als Paarling.

Als chemisch wirksames Oxyd ist besonders die Schwefelsäure, ferner aber auch die Phosphorsäure, Salpetersäure, Oxalsäure u. für solche Paarungen geeignet, die nach einer von Berzelius ausgesprochenen Ansicht, in der Chemie sehr häufig vorkommen.

Unter die Paarlinge dürfen hingegen, nach Berzelius, zusammengesetzte Radicale oder binäre nicht oxydirte Körper, wie z. B. Kohlenwasserstoffe, Amid und Imidverbindungen, Chlorverbindungen und Oxyde u. gezählt werden. Ja Berzelius hat diese Theorie sogar auch auf die organischen Basen (Alkaloiden) ausgedehnt, indem er in ihnen das Ammoniak, welches sich mit gewissen organischen Körpern zu Alkaloiden paart, als Ursache der Basicität annahm.

So wurde, um ein Beispiel gepaarter Säuren zu geben, von Berzelius die Essigsäure (Acethylsäure) als eine Verbindung von Oxalsäure (C_2O_2) + Methyl (C_2H_3) + HO angesehen. Als Beispiel gepaarter Basen hingegen könnte man unter anderen das Piperin und Kaffein ansehen.

Wie schon mehrfach angedeutet, namentlich unter „Dumas“ (Thl. I., S. 190) u. ist, in Folge merkwürdiger Resultate angestellter Versuche die zuvor erwähnte Radicalentheorie, durch die sogenannte Ersetzungs- oder Substitutionstheorie (auch Metalepsie von *μετάληψις*, Austausch, Nachfolge genannt), oder die Lehre von den chemischen Typen verdrängt worden.

Unter Ersetzung oder Vertretung versteht man eine solche Einwirkung eines Elements oder einer unorganischen Verbindung auf eine organische Verbindung, bei welcher irgend ein Element dem organischen Körper, ausgenommen der Kohlenstoff, ganz oder nur theilweise entzogen wird. An die Stelle des ausgeschiedenen Elements tritt ein anderes Element oder eine unorganische Verbindung; so zeigte sich z. B. häufig die überraschende Erscheinung, daß der organischen Verbindung bei Einwirkung von Salzbildern, Chlor, Brom oder Jod ein Theil oder die Gesamtmenge ihres Wasserstoffs entzogen und durch die Salzbilder in entsprechendem Verhältniß ersetzt werden könne, ohne daß bei dieser Vertauschung des Wasserstoffs, durch ein ihm so völlig unähnliches, electro-chemisch ganz entgegengesetztes Element, eine wesentliche Aenderung der chemischen Eigenschaften eingetreten war; so fand

man ferner, daß organische Verbindungen ihren sauren oder basischen Charakter beibehielten; so z. B. Essigsäure ($C_4 H_4 O_4$) in Chloressigsäure ($C_4 H_3 Cl O_4$) verwandelt wird.

Nach Dumas bestehen die organischen Verbindungen aus einer Reihe ursprünglicher Gruppen von Grundstoffen, aus denen jedes Element nach und nach heraustreten und durch ein anderes oder durch gewisse Verbindungen ersetzt werden kann, ohne daß die Gesamtgruppe dadurch in ihren wichtigsten Eigenschaften umgeändert würde. Diese vorausgesetzten Gruppen nennt er Typen oder Grundformen.

Die Seite 230, Thl. I. unter „Gmelin“ bereits angeführte und auch unter „Laurent“ (Thl. I.) angedeutete, aus der Substitutionstheorie hervorgegangene Laurent'sche Kerntheorie, welche L. Gmelin in seinem großen Handbuch der Chemie anzuwenden versuchte, betrachtete die organischen Verbindungen als aus Verbindungen entstanden, in denen aber die Wasserstoff-Atome oder -Äquivalente durch andere Elemente ersetzt werden können. Die ursprünglichen Kohlenwasserstoffe werden Urkerne oder Stammkerne genannt, während diejenigen Verbindungen, deren Wasserstoff ganz oder theilweise durch andere Körper ganz ersetzt wird, als abgeleitete Kerne zu betrachten sind.

Als sehr wichtig für die Art der Vorstellung von der Constitution, sowie für die Classification der organischen Verbindungen mußte die zur Zeit von Laurent und Gerhardt aufgestellte, bereits Thl. I. (S. 245) erwähnte Lehre von den homologen Reihen oder den Homologen (Homologie) bezeichnet werden.

Als homologe Körper bezeichnet man solche organischen Substanzen, welche eine analoge Zusammensetzung und correspondirende Eigenschaften besitzen, so daß die Kenntniß der Zusammensetzung der chemischen Functionen und Umwandlungen eines einzigen Körpers aus einer homologen Gruppe die entsprechenden Verhältnisse aller anderen dahin gehörenden voraussehen läßt. (Weiteres siehe hierüber unter „Laurent und Gerhardt.“)

Endlich ist hier noch der Gerhardt'schen Typen und Reihen, deren unter Gerhardt, Thl. I., Erwähnung geschah, zu gedenken.

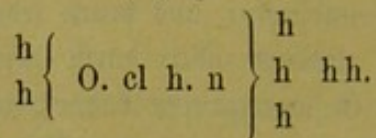
In diesen ist der Versuch gemacht worden, die Lehre von den zusammengesetzten Radicalen, von der Substitution, von den Laurent'schen Kernen und die Thatfachen der Homologie in einen solchen Zusammenhang zu bringen, daß jeder derselben der gebührende Einfluß zugestanden, dagegen die einseitige und ausschließliche Herrschaft abgesprochen wird.

Diesen Typen und Reihen lag der Zweck zum Grunde, für die rationellen Formeln einen möglichst treuen und übersichtlichen Ausdruck der wichtigsten Beziehungen oder Analogie und Reactionen zu gewinnen.

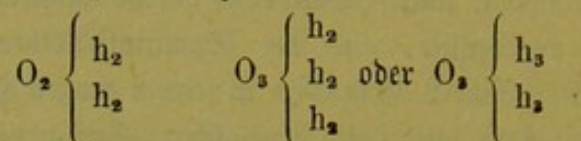
Da nun die Gerhardt'schen Formeln beabsichtigten, die Umsetzungen der organischen Körper analogisch mit denen eines andern sehr bekannten Körpers in Beziehung zu bringen, so lassen sich, der aufgestellten Theorie zufolge, alle Reactionen und Umsetzungen der organischen Materien auf Reactionen (Substitutionen,

Verbindungen, Doppelzersezungen) zurückführen, welche an vier für unorganische Verbindungen oder an den von Gerhardt angenommenen vier mineralischen Musterformeln ihre Analogen besitzen.

Diese Formeln waren nämlich folgende:



In manchen Fällen war ein Vielfaches der einen oder andern typischen Verbindungen das wahre Musterbild; z. B.



Diese Typen sind demnach von denen Dumas' verschieden.

Als Grundlage und Richtschnur wählte Gerhardt einerseits die Thatfachen der Homologie, andererseits die Erfahrung über die genetische Verknüpfung der einzelnen organischen Materien unter einander. (Siehe auch unter „Gerhardt“, I. Thl.)

B. Verschiedene länger bekannte organische Verbindungen.

a. Die indifferenten Kohlenhydrate: Zucker und Stärkemehl.

Sowohl den Berichten des mehrfach erwähnten griechischen Schriftstellers Dioskorides (wie aus den Thl. I. S. 14 u. 15 angeführten griechischen Worten, auch L. de compositione medicamentorum. Paris 1546 2. 1. 6. a. D. β. βλ. β. κεφ. ρδ. sich ergibt*), als auch denen des vielfach erwähnten C. Plinius zufolge, ist der Rohrzucker schon im Alterthum bekannt gewesen. So sagt Plinius in seiner Historia natur. Liber XII. Cap XVII: „Saccharon et Arabia fert, sed laudatius India: est autem mel in arundinibus collectum, gummium modo candidum, dentibus fragile, amplissimum nucis avellanae magnitudine, ad medicinae tantum usum.“ Obgleich nun von einigen Seiten die Meinung ausgesprochen worden ist, daß hier unter Saccharum die größtentheils aus Kiesel-erde bestehenden Ablagerungen in den Bambusrohren verstanden seien, so wird doch von anderer Seite der Ausdruck, wie es richtiger erscheint, auf Rohrzucker bezogen. Denn Dioskorides sagt: Einiger Honig wird auch Zucker genannt, eine Art geronnenen Honigs in Indien und dem glücklichen Arabien, an Rohren sich findend, in der Consistenz dem Salze ähnlich und mit den Zähnen zerreiblich, wie Salz. Ferner erwähnt derselbe Schriftsteller, daß die Substanz in Wasser löslich sei, und in derselben Weise gedenken die abendländischen Mediciner des Rohrzuckers.

Die oben citirte und bereits Thl. I. S. 14. u. 15 angeführte hierauf bezügliche Stelle, welche nach Dioscoridis materia medica (Liber II. S. 226) n. 1529 hier wiederholt werden mag, lautet folgendermaßen:

„Καλεῖται δέ τι καὶ σάκχαρον, εἶδος ὃν μέλιτος ἐν Ἰνδία καὶ τῇ εὐδαίμονι Ἀραβίᾳ πεπηγότες, εὗρισκόμενον ἐπὶ τῶν καλάμων, ὅμοιον τῇ συστάσει ἁλσί,

*) Auch ΠΕΛΑΚΙΟΥ ΔΙΟΣΚΟΡΙΔΟΥ. ΑΝΑΖΑΡΒΕΙ. (Pedacis Dioscoridae Anazarbei de materia medica Liber. II. p. 226.). Coloniae 1529.

καὶ θραυόμενον ἐπὶ τῶν καλάμων, ὅμοιον τῇ συστάσει ἁλσί, καὶ θραυόμενον ὑπὲρ τοῖς ὁδοῦσι, καθάπερ οἱ ἄλεις; ἐστὶ δὲ εὐκόλιον, εὐστόμαχον, διόθεν ὕδατι καὶ ποθέν, ὠφελοῦν κύστιν κεκακωμένην καὶ νεφροὺς καθαίρει δὲ καὶ τὰ τὰς κόρας ἐπισκοτοῦντα ἐπιχρίόμενον.“

Im 12. Jahrhundert soll Zuckerrohr in Sicilien gebaut worden sein; gegen die Mitte des 15. Jahrhunderts wurde es nach Madera und 1506 nach Westindien verpflanzt, von wo aus die Ausfuhr des Zuckers denselben in Europa verbreiteter werden ließ.

Vibavius gedenkt in seiner Alchymia (1595) des sacchari crystallini, quod candi appellant, und empfahl den Madera-Zucker mittelst Eiweiß zu reinigen. Angelus Sala beschrieb im Anfang des 16. Jahrhunderts die Reinigung des Zuckers durch Eiweiß und Kaltwasser.

Marggraf gab 1747 zuerst Veranlassung, den Zucker aus verschiedenen unorganischen Gewächsen auszuziehen, indem er zeigte, daß derselbe in verschiedenen Wurzeln fertig gebildet enthalten sei.

Glauber hat 1660 die Ansicht ausgesprochen, der Saft des Zuckerrohrs sei an und für sich nur eine honigartige Masse, welche erst durch chemische Behandlung in krystallisirten Zucker verwandelt werde.

Marggraf's Entdeckung wurde zuerst durch Achard, von 1796 an, im Großen anzuwenden versucht. Vom Jahr 1799 an wurde in Deutschland über diesen Gegenstand sehr viel experimentirt und geschrieben; aber ernstlich wurde dieser Fabrikations-Zweig erst betrieben, als die Continental-Sperre eintrat.

Der Zucker wurde lange Zeit für ein Salz gehalten. Die letzten Phlogistiker hielten den Zucker für einen dem Schwefel analog zusammengesetzten Körper. —

Lavoisier betrachtete den Zucker als ein vegetabilisches Dryd, d. h. als eine sauerstoffhaltige organische Verbindung, die nicht sauer ist.

Der Milchzucker wird zuerst von Fabrizio Bartolletti im Jahr 1619 erwähnt. Nach ihm sollen behufs der Darstellung, Molken im Wasserbade abgedampft, soll der Rückstand wiederholt in Wasser gelöst und coagulirt (krystallisirt) werden. Dieser Körper wurde von Bartolletti manna oder nitrum seri lactis genannt. Besonders wurde er aber durch Ludovico Testi von Reggio welcher 1707 starb, bekannt. Derselbe pries den Milchzucker als Arzneimittel sehr an.

Hermstädt hielt (1782) den Milchzucker für ein Salz, welches aus Zuckersäure, Kalkerde und Phlogiston bestehe; ein Theil der Säure sei mit Zucker zu dem schwerlöslichen Körper, der größere Theil aber mit Phlogiston zu einer zuckerähnlichen Substanz verbunden (S. übrigens den Art.: Schleinzucker).

Traubenzucker. Schon im 17. Jahrhundert wurde erkannt, daß in süßen Früchten, im Honig u. ein zuckerartiger Stoff sich befindet. Glauber redet (1660) von dem Absatz eines körnigen Zuckers in Rosinen, aus dem eingedickten Most, aus dem Honig u., ähnlich Zunder (1730). Lowitz (1792) zeigte, daß aus dem durch Kohlen gereinigten Honigsyrup sich eine körnige Concretion

absetze, welche nicht wie gemeiner Zucker zum Krystallisiren gebracht werden könne. Proust unterschied 1802 den Zucker des Mostes von dem gemeinen Zucker.

Schleimzucker. Nach Marggraf (1747) sollte im eingedickten Birken-
saft etwas mehr der Manna als dem Zucker Aehnliches enthalten sein. Lomitz
fand 1792, in dem Honig sei neben dem in Körnern sich absetzenden Zucker noch
ein anderer Zucker enthalten, welcher sich schwer in trockene und feste Form bringen
lasse. Bauquelin untersuchte 1799 den Birken-
saft, fand ihn gährungsfähig, konnte
ihn aber nicht zum Krystallisiren bringen, woraus er schloß, daß der darin ent-
haltene Zucker von dem des Zuckerrohrs verschieden sei. Deheux unterschied
1799 den Schleimzucker von dem eigentlichen Zucker und gab an, daß ersterer
nur eine syrupartige, nicht aber eine krystallinische Consistenz annehmen könne.

Proust unterschied 1807 den Rohrzucker und Traubenzucker, mit welchem
der körnige Zucker aus dem Honig übereinkomme, so wie den Schleimzucker und
den Mannazucker (Mannit).

Das Stärkmehl war den Alten bekannt und wurde von den Griechen
Amylon genannt, weil dieses Mehl ohne einen Mühlstein bereitet wurde. Ferner berich-
tet Dioskorides auch noch, daß das beste Stärkmehl, welches aus Weizen bereitet
wurde, aus Kreta und Egypten komme. Der Weizen werde mit Wasser über-
gossen, bis er aufgeweicht sei; dann werde er mit Wasser getreten und gerieben,
die Kleie mit einem Siebe weggenommen, das Zurückbleibende durchgeseiht und
schnell auf reinen Ziegelsteinen, bei starker Sonnenhitze getrocknet, denn wenn es
naß bleibe, werde es fauer.

Plinius sagt 3. B. in seiner Historia naturalis. Liber XVIII. Cap. XVII:
„Amylum ex omni tritico ac siligine, sed optimum e trimestri. Inventio
ejus Chio insulae debetur, et hodie laudatissimum inde est; appellatum ab
eo, quod sine mola fiat. Proximum trimestri, quod e minime ponderoso
tritico. Madescit dulci aqua ligneis vasis, ita ut integatur, quinquies in
die mutata. Melius si et noctu, ita ut misceatur pariter. Emollitum,
prius quam acescat, linteo aut sportis saccatum, tegulae infundatur illitae
fermento, atque ita in Sole densatur“ etc.

Durch Beccari wurde 1745 das Mehl in Stärkmehl und Kleber zerlegt.

Im Jahre 1811 entdeckte Kirchhoff die Umwandlung des Stärkmehls in
Zucker, mittelst Schwefelsäure, und 1814 die durch Kleber.

b. Fette und Oele.

a) Fette.

Schon im Alterthum verstand man, fette Oele aus Pflanzen auszuziehen, schon in den Schriften des alten Testaments wird des Oeles gedacht. Dioskorides und Plinius' Angaben lauten dahin, daß den Griechen und Römern in dem 1. Jahrhundert nach Chr. außer dem Olivenöl noch mehrere andere fette Oele bekannt waren, so z. B. das Ricinusöl, Mandelöl, Nußöl etc. — Die Oele wurden entweder aus den Pflanzentheilen ausgepreßt oder aus denselben mit Wasser ausgekocht.

Herodot und Hippokrates gedenken zuerst im 5. Jahrhundert vor Chr. der Butter; beide berichten, daß die Butter bei den Scythen, aus der Pferdemilch durch Schütteln abgesondert wurde und Hippokrates nennt diese abgeschiedene Substanz *βούτυρον* (Butter). Dioskorides führt hier an, daß preiswürdige Butter aus der fettesten Milch z. B. aus Schafsmilch und auch aus Ziegenmilch bereitet wurde.

Die Verseifung der Fette scheint auch schon früh bekannt gewesen zu sein, wenigstens spricht Plinius von einer Seife aus Buchenasche und Ziegenfett, welche hauptsächlich als ein das Haar verschönerndes Mittel angewandt worden zu sein scheint. Auch spricht er von einer harten und weichen Seife, was darauf hindeutet, daß Natron- und Kaliseife schon zu jener Zeit bereitet wurden. In Galen's Schriften (2. Jahrhundert nach Chr.) ist von einer aus Rinder-, Ziegen- oder Hammelfett und Aschenlauge mit Kalk bereiteten Seife die Rede.

Auch war den Alten bekannt, daß die Fette mit dem Bleioxyd Pflaster bilden, wenigstens gibt Dioskorides an, Bleioxyd (*μολύβδαίνα*) werde mit Oel gekocht leberfarbig und man mische es zu fetten Pflastern. Plinius sagt hierüber Lib. XXXIV. Cap. 53): „Molybdaena cocta cum oleo, jocineris*) colorem trahit. — Usus in liparas, ad lenienda refrigerandaque hucera: emplastrisque, quae non alligantur. — Compositio ejus est libris tribus, et cerae libra una, olei tribus heminis. — Uebrigens sollen schon früher die Egyptianer Bleiweißhaltige

*) oder jecinoris.

Pflaster gekannt haben. Der letzte pergamenische König Attalus (gestorben 133 vor Chr.) soll der Erfinder eines bleiweißhaltigen Pflasters gewesen sein.

Früher glaubte man in Betreff der Seifenbildung, daß das ganze Fett mit dem Alkali sich verbinde. Ueber die Constitution des Fettes selbst waren die Meinungen getheilt; manche Chemiker schlossen auf einen Säuregehalt des Fettes, weil dasselbe Metalle angreife. Dieser Ansicht war z. B. Lachenius; Stahl, nebst Anderen, widersprach dieser Annahme, er hielt weit eher dafür, Del bestehe aus Luft, Wasser und Erde.

Chemiker des 17. und 18. Jahrhunderts sprechen auch von der Säure im Fette. Berthollet suchte 1780 zu zeigen, daß sich Fett nicht allein mit Alkalien, sondern auch mit Erden und mit metallischen Substanzen verbinden könne. A. J. Geoffroy berichtete 1741, daß, wenn man Seife durch Säure zerlege, das ausgeschiedene fette Del viel löslicher in Weingeist sei, als es sich vorher erwiesen habe.

Nach ihm bestehen die fetten Oele aus einem eigentlich öligen und aus einem gummiartigen Bestandtheile; dieser verursache ihre Unauflöslichkeit in Weingeist, jener in Wasser. Macquer glaubte, der Bestandtheil, welcher ein Del in Weingeist löslich mache, sei die Säure, und je mehr freie Säure ein Del enthalte, um so löslicher sei es in Weingeist.

Kurz, die näheren Bestandtheile des Fettes blieben unerforscht und auf die entfernteren schloß man aus den Zersetzungsprodukten bei der trockenen Destillation oder bei der Verbrennung. So wollte Crell 1778 quantitativ bestimmen, aus wie viel Säure, Del und Kohle oder Erde verschiedene Fettarten zusammengesetzt seien. Scheele behauptete in seiner „Abhandlung von Luft und Feuer“, die Oele seien aus Phlogiston, Kohlensäure und Wasser zusammengesetzt. — Lavoisier hielt das Olivenöl für einen Kohlenwasserstoff.

Im Anfange dieses Jahrhunderts dienten als Unterscheidungsgründe der verschiedenen Fettarten die Herkunft und Consistenz; man unterschied fette Oele, schmierig bleibende und trocknende, Pflanzenbutter, Wachs, Thran, Schmalz, Thierbutter, Talg u.

Gren machte 1788 auf eine eigenthümliche fette Substanz in den Gallensteinen aufmerksam. Fourcroy stellte später diese Substanz, den Wallrath und das in den Fettleichen gebildete Fett zu einer besonderen Klasse zusammen, welche er Adipocire (Fettwachs; adeps, Fett, cera, Wachs) nannte. Buchholz unterschied Amberstoff 1807 als eigenthümlich. John zerlegte 1812 das Wachs mittelst Weingeist in Cerin und Myricin. Scheele machte 1784 die Entdeckung, daß bei der Einwirkung von Bleioxyd auf Baumöl eine eigenthümliche süße Substanz ausgeschieden wird, welche mit Salpetersäure behandelt Zuckersäure (Kleesäure) gibt. Frémij erkannte, daß die aus dem Bleipflaster durch Säure geschiedene Materie sich durch größere Löslichkeit in Weingeist von dem gewöhnlichen Fett unterscheide und sich auch schneller mit Bleioxydhydrat verbinde. Jedoch erst Chevreul's Untersuchungen über die Constitution der Fette und über die Sei-

fenbildung, welche 1811 begannen, verbreiteten mehr Licht. Dieser Chemiker fand, daß bei der Einwirkung der starken Salzbasen auf das Fett aus diesem besondere Säuren entstehen. Er wies 1823 nach, daß die Schweinfettseife durch Alkali und zwei fette Substanzen von sauren Eigenschaften gebildet ist, nämlich durch ein festes Fett, welches er Margarine (nach dem perlmutterartigen Aussehen der Kaliverbindung, von *μαργαρος*, die Perlmuschel), und durch ein flüssiges, welches er vorläufig *graisse fluide* nannte. Außer diesen beiden Substanzen beobachtete er noch, daß bei der Verseifung Glycerin gebildet werde. Er fand nun 1814, daß die Verseifung, ohne Mitwirkung des Sauerstoffs, ohne die Erzeugung von Kohlensäure oder Essigsäure vor sich geht, und daß Margarine, flüssiges Fett und Glycerin die wesentlichsten Produkte der Verseifung sind.

Chevreul fand ferner, daß das Olivenöl zwei fette Substanzen enthalte: eine, welche leichter schmelzbar sei, als die Margarine aus dem Schweineschmalz, und eine, welche große Uebereinstimmung mit dem flüssigen Fette aus dem Schweineschmalz zeige. 1815 untersuchte er die beiden Fettsubstanzen genauer und stellte mit beiden viele salzartige Verbindungen dar. 1816 vermochte er die Untersuchung als auf der Verbindung von Alkali mit den sauren Fettsubstanzen und der Ausscheidung von Glycerin beruhend zu erklären. Er bezeichnete dann auch diese sauren Substanzen als *acide margarique* und *acide oleique*; auch hatte er im Wallrath eine eigenthümliche feste Säure, *acide cetique* zu finden geglaubt. Im Jahr 1816 begann er eine Reihe von Fettarten: Menschen-, Rinder-, Hammel-, Gänse-, Tigerfett u. zu untersuchen und er betrachtete ihre Consistenz als beruhend auf dem Verhältniß des darin enthaltenen festen und flüssigen Fettes, welche beiden Substanzen er nun Stearin (*στεάρον*, Talg) und Elain (von *ἐλαιον* Del) nannte; während er für das Fett im Wallrath die Bezeichnung „Cetin“ und ähnliche wählte. Im Jahr 1818 erwies Chevreul, daß die im Wallrath vorkommende feste fette Säure mit der Margarinsäure übereinstimme. Er beschrieb auch damals das Aethal, entdeckte 1817 in dem Delphinthran die Delphinsäure, unterschied 1823 die letztere der flüchtigen Säuren, die Capron- und Caprinsäure; entdeckte ferner die Hircinsäure. 1820 unterschied er die weniger schmelzbare Säure aus dem Fett, welche er bisher allgemein als Margarin oder Margarinsäure bezeichnet hatte, in zwei durch ihren Schmelzpunkt verschiedene Säuren, *acide margarique* und *acide margareux*, welche letztere später von ihm als *acide stéarique* bezeichnet wurde. Er begann 1821 die Elementar-Constitution der von ihm entdeckten Körper zu untersuchen und stellte die Resultate seiner Untersuchungen in seinen *Recherches chimiques sur les corps gras d'origine animale* (Paris 1823) auf 470 Seiten zusammen.

In dieser dem Verfasser vorliegenden Schrift finden wir z. B. Livre I., Chapitre II. p. 8 u. f. f. eine Description du procédé au moyen duquel on peut faire l'analyse élémentaire des corps gras., Livre II. unter Anderem Chapitre I. Section I., de l'acide stéarique (über die Stearinsäure); Sect. II., des stearates (stearinsäure Salze), Chapitre II. Sect. I., de l'acide marga-

rique (Margaricum); Section II., des margarates (margarinsäure Salze), Chapitre III., Section I., de l'acide oléique (Oelsäure), Section II., des oléates (ölsäure Salze); Chapitre IV., de l'acide phocénique et des phocénates Chap. V., de l'acide butirique etc., Chap. VI., de l'acide caproïque etc.; Chap. VII., de l'acide caprique et des caprates; Chap. VIII. de l'acide hircique; Chap. IX. de la cholestérine; Chap. X. de l'éthol; Chap. XI. de la cétine; Chap. XII. de la stéarine; de la graisse de mouton; Chap. XIII. de la stéarine de graisse d'homme; Chap. XIV. de l'oléine.

Daß die Margarinsäure aus Palmitinsäure und Stearinsäure zusammengesetzt ist, wurde bekanntlich später, in neuerer Zeit, durch Heintz dargethan. — Die Fähigkeit der Oele, Harz aufzulösen, war schon den Alten bekannt; auch Plinius spricht von der Bereitung von Heilmitteln durch Auflösen von Harz in Oel und sagt auch außerdem: *Resina omnis dissolvitur oleo**).

Obgleich die Einwirkung der salpetrigen Säure auf fette Oele erst in neuerer Zeit studirt wurde, so liegen doch schon aus früheren Jahrhunderten Wahrnehmungen vor, welche später wieder fast ganz vergessen wurden. Boyle gedenkt schon (1661) der verderbenden Kraft, welche rauchende Salpetersäure auch auf Baum- und Mandelöl ausübt; auch hebt Geoffroy hervor, daß, wenn man Baumöl anwende und das Metall in Salpetersäure löse, das Oel fast wie Talg werde. Rouelle bemerkte bei seinen Untersuchungen über die Entzündung der Oele durch Säuren (1747), daß Baumöl mit rauchender Salpetersäure behandelt eine weiße Farbe annehme und consistent werde. Aehnliche Betrachtungen veröffentlichte Macquer, und Priestley berichtete 1779, daß Baumöl die Salpeterluft absorbire und dabei gerinne. De la Matherie gab 1786 an, daß Salpetergeist Baumöl in eine wachsähnliche Substanz verwandele. Aufmerksam wurde man jedoch erst auf diese Veränderung des Baumöls, als Poutet, Apotheker zu Marseille 1819 eine Lösung von Quecksilber in Salpetersäure empfahl, die Reinheit des Baumöls zu prüfen, indem er daraus, ob dasselbe mit jener Lösung gemischt, später oder früher zu einer consistenten Masse werde, auf die Verfälschung mit anderen Oelen oder anderem Fett schloß. Boudet fand, daß diese Wirkung der Lösung auf einem Gehalt von salpetriger Säure beruht, und daß diese die Wirkung hat, das Baumöl und einige andere Oele, unter Bildung eines Körpers, welchen er Elaidin nannte, festzumachen.

Man hatte in dem vorigen Jahrhundert mehrfach beobachtet, daß das Fett bei der Destillation eine Säure liefere; so z. B. wird derselben von Seiten Grützmaacher's (1748) Rhades' (1735) Segner's und Knape's gedacht. Crell stellte 1778 viele Versuche mit derselben an und nannte sie Fettsäure, auch untersuchte er viele Salze derselben. Oren hielt diese Säure für Essigsäure, Thénard für unreine Essigsäure; desgleichen B. Rose d. J., bis endlich 1834 ihre Eigenthümlichkeit durch Ermittlung ihrer atomistischen Constitution durch Dumas und Peligot nachgewiesen wurde.

*) Hist. nat. Lib. XIV. Cap. 25. (Bd. 3. p. 26.)

β) Flüchtige Oele.

In früherer Zeit wurden die fetten und ätherischen Oele mit demselben Namen bezeichnet und man scheint von jeher diesen Ausdruck auf alle brennbaren, mit Wasser nicht mischbaren Flüssigkeiten aus Pflanzen bezogen zu haben. Im 16. Jahrhundert wurden destillirte und solche Oele unterschieden, die auf andere Weise (durch Auspressen oder Kochen mit Wasser) erhalten sind; auch kommt die Bezeichnung „olea fixa“ schon zu jener Zeit vor; später unterschied man die Oele, welche den auszeichnenden Geruch der Pflanze, von der sie stammen, noch besitzen, als wesentliche Oele (olea essentialia). Bei der Aufstellung der antiphlogistischen Nomenclatur (1787) wurde auch die Eintheilung sämmtlicher Oele in fixe und flüchtige eingeführt. Im Alterthum waren verschiedene flüchtige Oele, wie z. B. das Steinöl (die Naphtha und deren Entzündlichkeit), das Olivenöl u. bekannt. Man erhielt durch Behandlung mehrerer Gewächse mit Olivenöl das flüchtige in Verbindung mit fettem Del.

Das Terpentinsel wurde im Alterthum mittelst eines unvollkommenen Destillationsapparats erhalten. Mit der Vervollkommnung der Destillation wurde das Terpentinsel häufiger dargestellt. Im 8. Jahrhundert wurde von Marcus Gräcus gelehrt: *Recipe terebinthinam, et destilla per alembicam aquam ardentem, quam impones in vino cui applicatur candela et ardebit ipsa.* — Im 16. Jahrhundert betrachtete man dasselbe auch als eine dem Weingeist ähnliche Substanz, obgleich im 13. Jahrhundert die Benennung „Del“ schon bei Arnold Villanovanus vorkommt.

Anderer ätherische Oele aus Pflanzen wurden seit dem 13. Jahrhundert bekannt; das flüchtige Thieröl kannte man schon im 16. Jahrhundert; Libavius gedenkt wenigstens dessen und spricht auch vom Hirschhornöl. Turquet de Mayerne lehrte es im Anfang des 17. Jahrhunderts in seiner Pharmacopoea durch wiederholte Destillation reinigen. Glauber rieth das Hirschhornöl durch Destillation mit etwas Salzsäure von dem Empyreuma zu befreien. Besonders wurde aber dieses Del durch die Anpreisungen Dippel's bekannt. Dippel soll dasselbe anfänglich aus Hirschblut dargestellt haben.

Lange Zeit hindurch glaubte man, daß der eigenthümliche Geruch der ätherischen Oele von einer beigemischten besondern Substanz herrühre, welche als spiritus rector bezeichnet wurde, bis Fourcroy 1798 die Ansicht aussprach, daß der Geruch der ätherischen Oele diesen selbst zukomme.

Im 17. Jahrhundert nahm man wahr, daß aus den ätherischen Oelen bei längerem Stehen sich oftmals ein krystallinischer Körper abscheidet. Kunkel erwähnt (1685), daß er im Rosmarinöl ein Salz angeschossen gefunden habe; dergleichen Erüger, 1686, daß Majoranöl, welches 27 Jahre lang aufbewahrt gewesen, fast gänzlich in ein flüchtiges Salz verändert gewesen sei.

Geoffroy sagte 1727, daß man das Salz, welches in den wesentlichen Oelen bei längerem Aufbewahren derselben sich absetze, für eine Art Kampher halte, aber es sei ein wahres flüchtiges Salz. Neumann hatte 1719 nämlich aus

Thymianöl Krystalle erhalten, die ihm Kampher zu sein schienen. Brown (1725) wollte sie auch nicht als Kampher anerkennen.

Neumann vertheidigte indessen seine Ansicht und blieb auch später dabei, das aus ätherischen Oelen anschießende Stearopten als Kampher zu bezeichnen. Der sogenannte künstliche Kampher wurde durch Kindt, damals zu Eutin, im Jahr 1803 entdeckt, wo derselbe Chlornasserstoff auf Terpentin einwirken ließ.

Von der Entzündung der ätherischen Oele durch Salpetersäure reden schon Rouelle, Glauber, Hare. Tournefort brachte 1698 Sassafrasöl mittelst Salpetersäure zur Entzündung. Kunkel behauptete in seinem (um 1700) geschriebenen *Laboratorium chymicum*, Terpentinöl könne durch Zugießen von Bitriolöl entzündet werden. Homberg gelang die Entzündung mehrerer gewürzhaften ätherischen Oele durch Salpetersäure. Auch Fr. Hoffmann sagt 1722, daß er schon zwanzig Jahre zuvor verschiedene ätherische Oele durch Salpetersäure zu entzünden vermocht habe.

c. Farbstoffe.

Von gefärbten Stoffen ist schon in den ältesten Schriften der Israeliten und Griechen die Rede; durch besondere Zweige der Färberei waren sogar einzelne Städte, wie z. B. Tyrus durch die Purpurfärberei berühmt. Plinius berichtet schon bei Gelegenheit von der Purpurfärberei, daß man dem Farbstoff (gefäulten) Urin zusetze. Zu demselben Zwecke wurde nitrum (kohlen-saures Natron) angewandt.

Die Alten scheinen schon sogar Einiges über die Verbindungen von Farbstoffen mit Erden und Metalloxyden, die Bereitung von Lackfarben und die Anwendung von Weizen gewußt zu haben. Plinius*) spricht von der Darstellung unvollkommener Lackfarben: Purpurissium e creta argentaria werde dargestellt, indem man eine Erde mit Farbebrühe behandle, welche durch jene Erde begierig eingesaugt werde; Indigo werde verfälscht, indem man selinusische Erde mit Indigo oder Siegelerde mit Waid färbe; die Farbe, welche caeruleum genannt wurde, werde verfälscht, auch eine Farbe, die aus cretischer Erde und Veilchensaft gemacht werde. Auch Vitruvius spricht von der Darstellung gefärbter Erde. In Egypten scheint schon früher die Anwendung organischer Weizmittel bekannt gewesen zu sein — *στυπτηρία* der Griechen oder alumen der Römer scheint angewandt worden zu sein, die Wolle zum Färben vorzurichten. Nach Isidorus, im 7. Jahrhundert, soll sogar der Name alumen von der Anwendung einer so bezeichneten Substanz zum Färben gegeben worden sein. — Im Mittelalter war der Gebrauch des Alauns, um die Farben auf Stoffe zu fixiren, allgemein bekannt. Boyle spricht von den Niederschlägen, welche Alaun und Potasche, oder Bleiessig mit verschiedenen Farbstoffen hervorbringen. — Die Anwendung der Zinnlösung in der Färberei wurde durch Drebbel im Anfang des 17. Jahrhunderts entdeckt. Derselbe soll eine Farbebrühe aus Cochenille und Salpetersäure dargestellt, und den Zusatz mit Zinnfolie versetzt haben, um die Säure abzustumpfen. Nach anderen Lesarten soll die Anwendung zufällig gekommen sein.

Daß Farbstoffe mit der zu färbenden thierischen oder vegetabilischen Faser

*) Hist. nat. Lib. 35. Cap. 26, 27 u. f. f. (Ed. 5. p. 12 u.)

eine wirkliche Verbindung eingehen, wurde erst spät erkannt. Hellot (1740 und 1741) war der Ansicht, daß die Farbetheilchen beim Färbe-Prozeß in den Zwischenräumen der gefärbten Substanzen mechanisch niedergeschlagen werden. Nach ihm besteht das Färben der Wolle darin, daß ihre Oberfläche gereinigt, ihre Zwischenräume vergrößert, mit Farbstoff angefüllt und so zusammengezogen und verkleinert werden, daß die Farbetheilchen dann zurückgehalten werden. Macquer suchte 1778 zu beweisen, daß das Färben nicht bloß auf einer mechanischen Einschließung von Farbetheilchen in die Zwischenräume beruhe; er glaubte vielmehr, daß auch eine chemische Anziehung wirksam sein müsse.

Macquer machte ferner auch einen Unterschied zwischen den Farbstoffen, je nachdem sie unmittelbar mit dem Zeuge sich selbst verbinden, oder je nachdem das letztere erst durch Beizen vorgerichtet werden muß; er betrachtete die ersteren als bestehend aus einem seifenartigen Extractivstoff und einem erdig-harzigen Bestandtheile; die letzteren als nur bestehend aus seifenartigen Extractivstoffen. Auf der Vereinigung des Harzes mit der Faser des Zeuges, auf der Zersetzung des ganzen Farbstoffs und der Vereinigung des seifenartigen extractiven Bestandtheils mit der Verbindung von erdig-harzigen Stoff soll es nach ihm beruhen, daß solche Farben sogleich das Zeug dauerhaft färben.

Bei der Anwendung der aus seifenartigem Extractivstoff bestehenden muß hingegen nach Macquer's Ansicht ein Beizmittel das bewirken, was bei dem anderen der erdige harzige Bestandtheil bewirkt.

Bancroft bezeichnete die Farbstoffe, je nachdem sie in eine dieser beiden Klassen gehören, mit den jetzt noch gebräuchlichen Benennungen, substantive und adjective Pigmente. Eine Theorie über das gegenseitige Verhältniß der Pigmente und Chromogene, kann, da sie der Neuzeit angehört, hier nicht gesucht werden; eben so wenig ist hier die Geschichte der einzelnen Farbstoffe zu erwarten, wiewohl der Indigo, als von jeher geschätztes Farbmaterial nicht ganz unberücksichtigt bleibt.

Der Indigo wurde bei den Alten vorzugsweise Indicum, Indisches genannt, wiewohl das Wort: „Indicum“ auch noch manchen anderen Farben beigelegt wurde.

Dioskorides sagt, in deutscher Sprache ausgedrückt, vom Indigo: Von dem sogenannten Indigo entsteht eine Art von selbst, gleichsam wie ein Auswurf aus den indischen Röhren; eine andere Art, mit welcher gefärbt wird, ist ein purpurfarbiger Schaum, der oben in den Kesseln steht und welchen die Künstler absondern und trocknen; für den besten wird der gehalten, welcher bläulich, saftig und zart ist.

In C. Plinii historia naturalis Liber XXXV. Cap. XII. heißt es z. B.: Sunt autem colores austeri, aut floridi. Utrumque natura, aut mixtura evenit. Floridi sunt, quos dominus pingenti praestat: minium, Armenium, cinnabaris, chrysocolla, Indicum, purpurissum etc.

Plinius berichtet weiter unter Anderem (histor. nat. Liber XXXV. im Cap. XXV. an einer Stelle: „Apportatur et Indicum ex India, inexploratae adhuc inventionis mihi. Fit etiam apud infectores ex flore nigro qui adhaerescit aereis, cortinis etc.

Ferner histor. natur. Lib. XXXV. Cap. XXVII. „Ad hoc maxima auctoritas Indico. Ex India venit, arundinum spumae adhaeresciente limo: cum teritur, nigrum: at in diluendo mixturam purpurae, caeruleique mirabilem reddit. — Alterum genus ejus est in purpurariis officinis innatans cortinis: et est purpurae spuma. Qui adulterant vero Indico tingunt, stercora columbina: aut cretam Selinusiam, vel annalariam vitro inficiunt. Probatur carbone. Reddit enim, quod sincerum est, flammam excellentis purpurae: et dum fumat odorem maris. Ob id quidam e scopulis id colligi putant.“

Bei den Griechen und Römern scheint indessen der Indigo mehr in der Malerei, als zum Färben benutzt worden zu sein.

Bei den arabischen Schriftstellern ist, bezüglich des Indigo's, sowohl als Farbestoff, wie auch als Arzneimittel die Rede. Seit dem Anfang des 16. Jahrhunderts wurde der Gebrauch des Indigo's in Europa ausgedehnt und der des Waid dadurch mehr verdrängt.

Die blaue Farbe des Indigo suchte man später auch aus dem Waid darzustellen. Hellot machte den Vorschlag, zu diesem Zweck die Waidpflanze ebenso wie die Indigopflanze zu bearbeiten. An der Farbe aus dem Waid wurde zuerst die Eigenschaft, zu sublimiren, bemerkt. — Daß der gewöhnliche Indigo unverändert sublimirt werden könne, wurde bald darauf von D'Brien erwähnt.

Daß die Zeugstoffe aus dem Indigokörper mit grüner Farbe kommen und erst an der Luft blau werden, wurde auf verschiedene Weise erklärt. Hellot war 1740 der Ansicht, daß diese Farbenänderung auf dem Weggehen von flüchtigem Laugensalz beruhe, Macquer 1778, sie werde durch die Einwirkung der Kohlensäure der Atmosphäre hervorgebracht.

Planer und Trommsdorff verkündeten zu derselben Zeit, in der Farbe des Waids sei blauer Farbestoff neben einem gelben in Wasser löslichen und neben flüchtigem Alkali enthalten, welche zusammen eine grüne Farbe geben, aber an der Luft tropfe die gelbe Farbe ab, das Alkali verfliehe, und der blaue Farbstoff allein bleibe zurück. Daß der Indigo durch Sauerstoff-Entziehung löslich werde, und die blaue Farbe verliere, an der Luft dieselbe aber wieder erhalte, ist von Berthollet (1791) und mehren seiner Zeitgenossen erkannt.

Woulf erkannte 1771, daß durch Einwirkung der Salpetersäure auf Indigo eine gelbe Substanz resultirt, welche Leinwand und Seide gelb färbt, aber Welter war es, welcher (1799) zuerst diese Substanz in krystallisirtem Zustande erhielt, welche Welter's Bitter genannt, von Liebig 1827 als Kohlenstoffsäure, von Berzelius als Pikrinsalpetersäure (von πικρός bitter) und von Dumas 1836 als Pikrinsäure bezeichnet wurde.

d. Weingeist und verschiedene Aetherarten.

Weingeisthaltige oder alkoholische Getränke, wie Wein, Bier &c. waren schon den meisten Völkern im Alterthum bekannt, aber nur bezüglich des Genusses und der Wirkung; dagegen fehlte gänzlich eine genauere Kenntniß des Weingeistes, weil die Destillations-Apparate, welche zu jener Zeit zu Gebote standen, zu unvollkommen waren. Die Alexandriner sollen den Wein destillirt und auch die Brennbarkeit des Destillats wahrgenommen haben. Die Bezeichnung *aqua vitae*, welche später allgemein dem Weingeist gegeben wurde, findet sich in der lateinischen Uebersetzung der Schriften Geber's; jedoch gedenkt er nicht der ausgezeichnetsten Eigenschaft, der Brennbarkeit dieser Flüssigkeit, welche vielleicht Weingeist war. Als Arzneimittel wurde diese Flüssigkeit besonders seit dem 13. Jahrhundert bekannt, und sobald man dieselbe kennen lernte, suchte man sie auch möglichst stark zu erzielen.

Man führte zu diesem Zweck hauptsächlich oft wiederholte Destillation und Rectification mit kohlensaurem Kali aus, und beider Operationen gedenkt auch Raymond Lull. Lullus nahm nämlich an, daß man den Stein der Weisen aus allen drei Naturreichen darstellen könne; um ihn aus Pflanzen zu bereiten, müsse man vom Weingeist ausgehen. Ueber die Bereitung der Substanz, die der Stein der Weisen werden sollte, lehrte er Folgendes:

„Accipe nigrum nigrius nigro (ganz dunklen Wein), et ex eo partes octodecim destilla in vase argenteo, aureo vel vitreo. Et in prima destillatione solum recipe partem primae cum dimidia, et hanc partem iterum pone ad destillandum. Et hujus iterum quartam partem, et tertio destilla, et hujus recipe duas; et in quarta destillatione paucō minus quam totum. Et sic destilla illam partem usque ad octo vel novem vices, vel decies.“

Das Destillat wird dann noch einmal in einer ganz besondern Vorrichtung bei sehr schwachem Feuer oft (während 20 — 22 Tagen) rectificirt; quanto destillatio ejus fuerit leviori igne, tanto subtilior erit in spiritu et fortitudine. — Ueber die Rectification mittelst kohlensauren Kali's spricht er sich nicht sehr

deutlich aus. Man soll Weinstein calciniren, mit (wässerigem) Weingeist behandeln, bis er sich vollständig gelöst hat und aus der Lösung das Salz durch Abdampfen wieder darstellen. Der Rückstand, welcher bei der Destillation des Salzes mit Weingeist bleibt, soll zur Trockne abgedampft und von Neuem Weingeist über denselben abgezogen werden. Uebrigens sind die Angaben des Lullus undeutlich; weit deutlicher spricht sich Basilus Valentinus über die Concentrirung des Weingeistes aus. Er spricht von den verschiedenen Wegen, welche man versucht habe, Weingeist zu erhalten, sagt aber, daß der rechte Weg wohl der folgende von ihm vorgeschriebene sei: „Es wird ein guter alter, rheinischer Wein genommen und nach Gebrauch ein guter, starker, gebrannter Wein in vesica davon gemacht. Dieser Branntwein wird in ein Glas gethan, muß eine Phiol seyn, erstlich die phlegmata separirt und rectificirt, und wird allerwege in der Phiol etwas übrig gelassen, so man hiernach besonders rectificirt und zum genauen extrahiren gebrauchen kann. Die Probe dessen ist: „Es wird das aqua Vitae ein wenig in ein verglasurt Scherblein gethan und angestekt, brennt er gar aus, so ist er gut und just, bleibt aber aquositas in fundo, so muß er noch ein oder zwei in einer hohen Phiol übergetrieben und etwas in fundo der Phiol gelassen werden, die Fugen müssen allezeit sehr feste verwahrt sein, damit die flüchtigen spiritus vini nicht verrauchen. Wenn nun dies aqua vitae alle destillirt und wohl rectificirt, (hüte dich, daß du während der Destillation mit einem Licht nicht zu nahe kommst und Schaden machest), so thut man in eine andere Phiol auf ein Maaß dieses praeparirten aqua vitae 1 viertheil Pfund wohl sublimirten Tartari, und muß die Phiol halb damit angefüllt werden, setze einen genauen alembicum darauf, eine ziemliche Vorlage dafür, alles wohl vermacht, wie in B. M. (balneo Mariae, Wasserbad) gar sachte von wegen flüchtiger Geister ausgetrieben, und zuletzt in secundo gar wenig etwas des aqua vitae auf den Tartarum gelassen.“ Dieser so verstärkte Weingeist sollte nun auf einmal rectificirt werden, mittelst eines Apparats, welcher nicht deutlich beschrieben wurde, wo ein Theil des zu Destillirenden zugleich das Brennmaterial zur Erhizung des Ganzen abgab.

Auch spricht Basilus einmal von einer Destillation des Weingeists über gebrannten Kalk, aber bei dieser Operation wird, seiner Meinung nach, nicht der Weingeist, sondern der Kalk feuriger und stärker. — Die Rectification des Weingeists bei sehr gelinder Wärme wurde häufiger ausgeübt, als die Entwässerung des Weingeists durch Salze oder Kalk, und um die übergehenden Dämpfe möglichst zu verdichten, wurden die Kühlröhren sehr lang gemacht, merkwürdig gekrümmt und gebogen. Dazu wandle man für das Destillirgefäß einen recht hohen Helm an.

Die Verstärkung des Weingeists durch kohlensaures Kali war zwar seit dem 13. Jahrhundert bekannt, aber dennoch stellte man erst spät auf diese Weise wasserfreien Weingeist dar. Wasserfreier Alkohol wurde zuerst durch L o w i t z mittelst frisch geglühten kohlensauren Kali's im Jahr 1796 dargestellt, und in demselben Jahre lehrte Richter die Anwendung des geschmolzenen Chlorcalciums zu diesem Zwecke kennen.

Was die Prüfung des Weingeists anlangt, so hielt R a y m u n d denselben für rein,

wenn ein mit demselben benetztes Tuch nach dem Anzünden mit verbrennt. *Vasilius* gab als Kennzeichen der Reinheit an, daß der Weingeist bei dem Abbrennen kein Wasser zurücklassen dürfe. *Geoffroy* schlug 1718 vor, den Weingeist in einem graduirten cylindrischen Gefäße zu verbrennen und das Volum der angewandten Flüssigkeit mit dem des zurückbleibenden Phlegmas zu vergleichen. In *Michael Savonarolas'* Schrift (1532) erwähnt derselbe, daß man den Weingeist prüfe, indem man ihn über Del gieße und zusehe, ob er darüber stehen bleibe.

Tabellen über die Zusammenziehung, welche bei der Mischung von Weingeist und Wasser eintritt, und über das specifische Gewicht der verschiedenen Mischungen wurden schon durch *Reaumur* 1733 und 1735, *Brissou* 1768 angegeben. Die erste vollständigere Untersuchung darüber, um die Zusammensetzung von wässerigem Weingeist nach dem specifischen Gewicht beurtheilen zu können, stellten *Blagden* und *Gilpin* an und veröffentlichten die Resultate im Jahre 1794 in den *Philosophical Transactions*. Nach der Entdeckung des absoluten Alkohols (1796) gaben zunächst *Lowitz* und *Richter* Tabellen über die Dichtigkeit der verschiedenen Mischungen von Alkohol und Weingeist.

Hinsichtlich der Benennungen des Weingeistes scheinen *aqua ardens* und *aqua vitae* die ältesten Bezeichnungen zu sein. Im 13. Jahrhundert heißt der Weingeist bei *Arnold Villonovanus* *aqua vitae* oder *aqua vini*, bei *Raymund Lull* manchmal *aqua ardens* oder auch *aqua vitae ardens*. *Vasilius Valentinus* nennt ihn *spiritus vini* (Weingeist), *vinum ardens*, *aqua vitae* &c.

Auch wurde der Weingeist als *mercurius vegetabilis* bezeichnet. *Vasilius Valentinus* unterschied in dem Weingeist zwei Principien, von denen das eine durch die Hitze verändert werde, während beim anderen die Wässerigkeit dabei unverändert bleibe, und er behauptete, nur dem letzteren lasse sich die Bezeichnung *Mercurius vegetabilis* beilegen.

Im 16. Jahrhundert wurde die Bezeichnung „Alkohol“ mehr benutzt und wie man allgemein annimmt, stammt dieser Ausdruck, welcher im Arabischen einen fein zertheilten Körper bedeuten soll, aus dieser Sprache; nach anderen Lesarten soll er aber aus dem Chaldäischen herkommen und „Brennen“ bedeuten. Uebrigens soll bei arabischen Schriftstellern unter Alkohol auch Schwefelantimon verstanden sein.

Im 16. Jahrhundert kommt das Wort „Alkohol“ öfters vor, bezeichnet aber zu jener Zeit einen fein zertheilten Körper. Bei *Libavius* bezieht sich das Wort „alcohol“ an einzelnen Stellen auf Weingeist; im 17. Jahrhundert wurde das Wort „Alkohol“ verhältnißmäßig nur selten für Weingeist gebraucht, im 18. Jahrhundert aber wird das Wort schon öfter für stärksten Weingeist, namentlich von *Boerhave*, angewandt; im Jahr 1787 in die neue antiphlogistische Nomenclatur aufgenommen, wurde die Bezeichnung unter den Chemikern allgemeiner.

Im 13. Jahrhundert wurde der Alkohol als ein vorzügliches Lösungsmittel gerühmt, aber es fehlen doch aus jener Zeit genauere Angaben darüber, welche Körper davon aufgelöst werden. Um mit vegetabilischen Körpern Tincturen und Essenzen zu bereiten, wurde er vorzüglich in der Paracelsischen Schule angewandt.

Boyle wußte, daß der Weingeist Eiweiß zum Coaguliren bringt, aber dem Weingeist wurde erst dadurch eine Wichtigkeit beigelegt, daß er einige in Wasser lösliche Salze aus ihrer Lösung niederschlägt. Auch Raymund Lull wußte bereits, daß kohlensaures Ammoniak mit starkem Weingeist gerinnt. Boyle führt an, daß starker Weingeist eine zersetzte Kochsalzlösung niederschlägt.

Zur Trennung verschiedener Salze wurde der Weingeist von Boulduc schon 1726 angewandt. Lavoisier veröffentlichte 1772 eine besondere Abhandlung über den Gebrauch des Weingeists bei Mineralwasser-Analysen und auch Bergman bediente sich desselben. Boyle war schon bekannt, daß starker Weingeist, mit Schnee vermischt, Kälte hervorbringt und Boerhave erwähnt in seinen *Elementis chemiae* 1732, daß Weingeist bei der Vermischung mit Wasser Erwärmung hervorbringt.

Raymund Lull betrachtete den Weingeist als den mercurialischen Bestandtheil des Weins; Basilus Valentinus war hingegen der Ansicht, daß in dem Weinstein ein mercurialischer und ein schwefeliger Bestandtheil enthalten sei; er sagt z. B. in seiner „Wiederholung des großen Steins der uralten Weisen: „Da ein rectificirtes Aqua vitae oder Branntwein angezündet wird, mit einer Flamme brennt, so scheidet sich der Mercurius und der Sulphur vegetabilis von einander, der Schwefel brennt ganz hitzig, denn es ist lauter Feuer, so fliegt der zarte Mercurius hinweg in die Luft und gehet wiederum in sein Chaos“, und in seinen „Handgriffen“ schreibt er vor, „einen spiritus vini, der keine Phlegma noch vegetabilischen Mercurium in sich habe, sondern ein lauter sulphur vini seye“, mit Salzsäure zu behandeln.

Später wurde auch der Weingeist als der ölige Bestandtheil des Weins bezeichnet. N. Lémery betrachtete den Weingeist als ein mit Salzen verbundenes Del*), sonst bezeichnete er aber den Weingeist auch wohl als den schwefeligen Bestandtheil des Weins und sagt, der Weingeist sei ein *soufre fort exalté et fort susceptible du mouvement*. — Kunkel hielt den Weingeist für ein zusammengesetztes Salz. Becher glaubte, daß im Weingeist schweflige und salzige Theile enthalten seien. Stahl behauptete 1697, der Weingeist entstehe durch das Zusammentreten einer subtilen Säure mit einem öligen Körper und mit Wasser.

Fr. Hoffmann lehrte, der Weingeist sei nur eine Verbindung von feinem Del und Wasser, er bestehe aus einem vegetabilischen Dele, etwas Säure und Wasser; die Abscheidung des Dels lasse sich dadurch bewirken, daß man das damit verbundene Wasser durch Schwefelsäure entziehe. Zunder behauptete 1730, der Weingeist sei aus dem sauren, dem wässerigen und brennbaren Grundstoff zusammengesetzt. — Boerhave war der Ansicht, der Weingeist sei ein höchst einfacher Körper. Nach Cartheuser sollte der Weingeist nicht Del, sondern reines Phlogiston mit dem wässerigen Element verbunden enthalten. — Macquer erklärte sich 1778 auch für diese Ansicht und behauptete, der Weingeist enthalte

*) Cours de chimie, 9. édition 1697, II. part. Chap. 19. p. 525.

kein fertig gebildetes Del, wohl aber die entfernteren Bestandtheile, aus welchen sich ein öartiger Körper bilden könne. Scheele war indessen der Ansicht, daß in dem Weingeist ein öartiger Körper, durch Phlogiston oder Feuerstoff mit Wasser vereinigt, enthalten sei, und so blieben außerdem mehrere andere Chemiker der älteren Meinung getreu. Westrumb meinte 1785, der Weingeist könne als versüßte Weinstensäure (Weinsteinäther) angesehen werden oder er bestehe aus Weinstensäure, Wasser und Phlogiston. Götting stellte 1797 die Behauptung auf, der Weingeist bestehe aus Lichtstoff, Wasserstoff, wenig Kohlenstoff und einer unvollkommenen Pflanzensäure. Aber sämtliche derartige Ansichten traten bald vor Lavoisier's Entdeckung, daß die elementaren Bestandtheile des Weingeists Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff seien, zurück. — Jener berühmte Chemiker betrachtete den Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff als die hauptsächlichsten Bestandtheile des Weingeistes, hielt es aber für wahrscheinlich, daß noch einige andere Körper in geringer Menge in die Zusammensetzung desselben eingehen möchten; so behauptete ja auch Th. von Saussure in der That, der Weingeist enthalte auch Stickstoff, wiewohl er selbst 1814 diese Angabe widerrief. — Fragen wir aber nun, was für eine Vorstellung unsere Vorfahren über den Gährungs-Vorgang hatten, so müssen wir gestehen, daß die Auffassung eine rein empirische war.

In Betreff des Weins mag bemerkt werden, daß nach der Sage der Egyptianer, Osiris, nach der der Griechen, Bacchus es gewesen sein soll, welcher den Weinstock anbauen und den Wein bereiten lehrte, wiewohl die israelitischen Schriftsteller aussagen, daß Noah der Urheber gewesen sein soll. Die Bereitung des Biers soll den Germanen und Egyptern schon vor unserer Zeitrechnung bekannt gewesen sein, und gleichfalls hat man auch gewußt, daß der Saft des Palmbaumes, der von Obst, Honig, Wasser u. a. Wein liefere. Moses unterscheidet ferner gesäuertes Brod von ungesäuertem Brode; also ist die Brodgährung auch schon zu Moses' Zeit bekannt gewesen. Um diese Gährung einzuleiten, bedienten sich die Alten eines Zusatzes von früher bereitetem und sauer gewordenem Teige, oder von Bierhefe (dem Schaum, welcher sich bei der Gährung des mit dem Getreide bereiteten Getränkes bildet), oder wie Plinius*) berichtet, von Weinhefe, welche mit Mehl vermischt aufbewahrt und als Ferment angewandt wurde. Plinius**) spricht z. B. die Ansicht aus, daß bei der Gährung des Brodteiges Säure thätig sei. Die Ausdrücke: „fermentatio“ und „fermentum“ finden sich sehr häufig bei den Alchemisten, aber über die Begriffe, welche mit jenen Bezeichnungen verbunden wurden, herrscht Unklarheit, wie denn überhaupt die Begriffe von der ganzen Körperwelt, namentlich vom Unterschiede zwischen organischen und anorganischen Körpern unklar waren.

*) Hist. nat. Lib. 18. Cap. 12. §. 2. Bd. 3. p. 190: Galliae et Hispaniae frumento in potum resoluto, spuma ita concreta vero fermento utuntur. Qua de causa levior illis, quam ceteris, pani est.

**) Hist. nat. Lib. 18. Cap. 26. (Bd. 3. p. 197): palam est naturam (farinae) acore fermentari: sicut et validiora esse corpora, quae fermentato pane aluntur etc.

Bei Basiliius Valentinus ist die Rede davon, daß man zur Bereitung des Biers Hefe anwende „welche dem Bier eine innerliche Entzündung bringt, daß es in sich selbst erhebt und eine Absonderung und Scheidung geschieht des Trüben von dem Klaren.“ Er scheint der Meinung gewesen zu sein, der Weingeist präexistire in der ungegohrenen Flüssigkeit, die Gährung sei eine Reinigung, durch welche der Weingeist erst offenbar werde; ungegohrenes Bier zeige beim Trinken keinen Effect, „dieweil der wirkende Spiritus durch die Unreinigkeit sein Amt zu vollbringen verhindert wird, wie denn ebener Maßen und ingleichen am Weine befunden und gespüret wird, daß derselbige vor seiner Vergährung, ehe die Unreinigkeit dadurch von ihm abgesondert wird, sein Amt zu wirken nicht so vollständig verrichten noch vollbringen kann, wie nach der Absonderung und Scheidung *puri ab impuro*, welches nur alles durch die Trunkenheit beweislich gemacht wird; da man suchet und befindet, daß nur ungegohren Bier und nur ungegohrener Wein keinen spiritum bei der operation von sich gibt.“

Uebrigens wird von Basiliius der Ausdruck: „Fermentation“ auch noch für chemische Veränderung unorganischer Substanzen gebraucht.

Libavius sagt in seiner „*Alchymia*“ über die Gährung: das Ferment müsse von verwandter Natur sein, wie die in Gährung zubringende Substanz; die letztere müsse sich in flüssigem oder doch in leicht zertheilbarem Zustande befinden. Die Wirkung des Ferments beruhe auf der Wärme.

Libavius spricht sich in dem ersten Theile seiner *Commentariorum Alchemiae* dagegen aus, die Digestion und die Fermentation als einerlei Operation zu betrachten; die erstere sei ein *motus ad misionem*, non ad perfectionem, welche letztere durch die *exaltatio* in der Fermentation vor sich gehe. Er spricht hier auch davon, daß die Putrefaction der Fermentation nahe verwandt sei und sich hauptsächlich davon durch die Art der Producte unterscheide. Hierin stimmten auch alle folgenden Chemiker überein, daß Fermentation und Putrefaction eine ähnliche Ursache haben,

Indessen wurde bei den *Satrotechnikern* fast jede Einwirkung, welche zwei Körper auf einander hervorbringen, bezeichnet; so war z. B. van Helmont der Ansicht daß auf Gährung die Bildung des Gases im Magen, so wie die anderen physiologischen Vorgänge im Körper und die vermeintliche wunderbare Entstehung von Thieren, das Aufbrausen von Alkalien und Säuren *cc.* und außerdem noch manche andere Erscheinungen beruhen. Uebrigens macht er bezüglich der geistigen Gährung auf die dabei stattfindende Entwicklung eines Gases aufmerksam, und sagt auch, daß bei der geistigen Gährung sich etwas verflüchtige, was ohne Gährung sich als Kohle zeigen könne. — Das bei dem Verbrennen von Kohlen entstehende Gas nennt er *gas carbonum*, das bei der Weingährung sich entwickelnde *gas vinorum*. Uebrigens drückt er sich über die Gährung so aus, als ob aus dem Ferment in die gährungsfähige Masse etwas einem Samen Vergleichbares übergehe, in dessen Entwicklung die Gährung bestehe.

Von M. Lémery's Ansichten mag noch die erwähnt werden, daß der ungegohrene Most nicht berausche und bei der Destillation keinen Weingeist abgebe.

Becher hielt die Gährung für etwas der Verbrennung Aehnliches; wie bei der letzteren, so finde auch bei der ersteren eine Zertheilung Statt. Auch er glaubte bei der geistigen Gährung müsse die Luft einwirken können; nur Süßes (Zuckerhaltiges) könne die Gährung erleiden; der Weingeist entstehe erst durch die Gährung; die geistige wie die Essiggährung beruhe auf der Einwirkung salziger und schwefliger (brennbarer) Partikeln auf einander, und je nachdem die einen oder die anderen vorwalten, entstehe Essig oder Alkohol; endlich meinte er, der Essig könne künstlich wieder in Alkohol verwandelt werden, indem er das Aceton für identisch mit Weingeist hielt.

Becher sagt ferner auch, Fäulniß habe das mit der Gährung gemein, daß bei beiden Processen eine Zertheilung (*rarefactio*) statthabe, aber die erstere bilde verschlechterte, die letztere verbesserte Producte. Es gebe drei Arten der Gährung *intumescitio* (Gasentwicklung, die bei dem Aufschwellen kranker Thiere, bei der Vermischung von Alaunsolution mit Weinstein, sich nur bei ähnlichen Fällen zeige), *proprie fermentatio* (Gährung in engerem Sinne oder geistige Gährung), und *acetificatio seu acescentia* (Essiggährung). Nach ihm kommen die unversehrten Trauben nicht in geistige Gährung, weil die Luft keinen Zutritt hat (doch gibt er zu, außer der Gährung an der Luft, der *fermentatio aperta*, gebe es auch eine *fermentatio clausa*, bei welcher in den Getränken sich eine große Menge *sylvestrium spirituum* ansammle). Die geistige Gährung werde augenblicklich gehemmt durch Zusatz von Weinstein Salz oder Weingeist in angemessener Menge. Auch behauptete er, Wein könne bei völligem Abschluß der Luft in Essig übergehen.

In Willis' und Stahl's Theorien über die Gährung ist zuerst der Satz deutlich ausgesprochen, ein in Zersetzung begriffener Körper könne diesen Zustand auf einen anderen übertragen. In früheren Schriften wird zwar schon manchmal die Gährung als auf einer Bewegung beruhend bezeichnet, aber die genannten Chemiker nehmen zuerst an, das Ferment befinde sich in einer zersetzenden Bewegung und trage dieses auf den gährungsfähigen Körper über.

Stahl behauptet ferner in der 1734 erschienenen deutschen Uebersetzung, seiner 1697 herausgegebenen *Zymotechnia fundamentalis*, besonders, Gährung und Fäulniß seien analoge Vorgänge, und es lasse sich selbst leicht darthun, daß die Gährung nur ein specieller Fall der Fäulniß sei. Er gibt folgende Beschreibung der Gährung: „Die Fermentation ist eine, durch eine wässerichte Flüssigkeit verursachte zusammenstoßende und reibende Bewegung unzähliger, aus Salz, Del und Erde, zwar nicht aufs Innigste und Allerfesteste, doch in gewissem Maße mit einander verknüpften Theilchen, wodurch die Verbindung ihrer Grundanfänge „(Elemente)“, allmählich geschwächt, ja in der That auseinandergesetzt, und durch langwieriges Untereinandertreiben verdünnt, hingegen andere aufs Neue zusammenstoßende Theilchen mit einander verwickelt, und in solcher Verwicklung theils außerhalb des flüssigen Wassers verstoßen, theils aber in demselben auch behalten werden, welche jedoch aus selbigem ebenfalls abgesondert oder abgezogen werden können.“ Stahl fügte ferner noch hinzu: „Ein Körper, der in der Fäulniß begriffen ist,

bringt einen anderen von der Fäulniß noch befreiten, sehr leichtlich die Verbindung zu Wege, ja es kann ein solcher, bereits in innerer Bewegung begriffener Körper einen anderen noch ruhigen, jedoch zu einer solchen Bewegung geneigten, sehr leicht in eine solche innere Bewegung hineinreißen.“ —

Stahl's Anhänger hielten lange an dieser Theorie der Gährung fest; nur wurde, was Stahl als ölige Theile bezeichnet hatte, später stets als Phlogiston benannt. Runkel erwähnt in seinem *Laboratorium chymicum*, daß die Gährung durch Zusatz von Säure, namentlich Schwefelsäure, oder Weingeist gehemmt werde. — Boerhave stimmt mit Stahl darin überein, daß er die Gährung als auf einer inneren Bewegung beruhend ansieht; er spricht in Hinsicht auf diese Erscheinung mehr von dem Effect als von dem Vorgang selbst. Seine Definition der Gährung ist: *Fermentationis nomine intelligam motum intestinum, excitatum in Vegetabilibus, quo haec ita mutantur, ut liquor, in destillatione inde primo vi ignis assurgens, sit acer, aquae miscibilis; calidi aromatici saporis, in igne olei instar inflammabilis, tenuis, volatilis; vel acer, acidus, ignem exstinguens, et flammam, minus volatilis, tenuis**). Er unterscheidet zwei Arten der Gährung, die geistige und die saure; er behauptet, wahre Gährung habe nur bei vegetabilischen Substanzen Statt, bei animalischen nur Fäulniß, welche indessen auch auf einer inneren Bewegung beruhe.

Wiegleb suchte 1776 die Ansicht durchzuführen, Weingeist und Essigsäure seien in den gährungsfähigen Körpern schon gebildet als nähere Bestandtheile, aber in fester Verbindung, enthalten, und bei der Gährung werden sie nur abgeschieden. Wiegleb's Ansicht fand indessen keine Unterstützung. Dagegen richtete sich zu jener Zeit die Aufmerksamkeit der Chemiker mehr auf die Gasentwicklung, welche bei der geistigen Gährung stattfindet. Cavendish bestimmte 1766, daß Zucker bei der geistigen Gährung 57 Procent (richtiger 51 Procent) fixe Luft liefere, welche mit der aus Marmor zu erhaltenden identisch sei.

Lavoisier stürzte bei seiner Reform der chemischen Theorie auch die Ansichten Stahl's über die Gährung; seine eigene Meinung, welche sich auf die neu gewonnene Erkenntniß der Elementarbestandtheile in den vegetabilischen Verbindungen stützte, veröffentlichte er in seinem *Traité élémentaire de chymie* (1789). Indessen seine Erklärung ist sehr merkwürdig, weil sie durchgehends auf Annahmen von Quantitäts-Verhältnissen beruht, die sämmtlich irrig sind, ohne daß die daraus gefolgerte Ansicht in gleichem Grade irrig wäre. Lavoisier gibt an, die entwickelte Kohlensäure, deren Gewicht er bestimmte, enthalte sehr viel Wasser; aber in der Berechnung findet sich dieselbe Quantität als wasserfreie.

Lavoisier war der Ansicht, daß der Gehalt des Zuckers an Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff hinreiche, allen Alkohol, alle Kohlensäure und alle Essigsäure, welche bei der Gährung entstehen, zu bilden; es sei nicht nöthig, anzunehmen, daß Wasser dabei zersezt werde; man müsse dann glauben, Wasserstoff

*) Boerhave, *Elementa chemiae* (Londini 1732) Tom. II. ps. I. Oper. chemic. in *Vegetantia* p. 66 u. 67.

und Sauerstoff seien schon im Zucker als Wasser enthalten. Nach ihm besteht die Weingährung darin, daß der Zucker, ein Oxyd, in zwei Theile getrennt werde; der darin enthaltene Sauerstoff verbinde sich mit einem Theile des Kohlenstoffs und bilde Kohlensäure; der andere Theil des Kohlenstoffs verbinde sich mit dem Wasserstoff, um eine brennbare Substanz, den Alkohol zu erzeugen, so daß, wenn es möglich wäre, die Kohlensäure mit dem Alkohol zu verbinden, wieder Zucker entstehen müßte. Den Gehalt des Alkohols an Sauerstoff gesteht er ein und schreibt dem Alkohol dadurch die Eigenschaft zu, daß er mit Wasser mischbar sei.

Einige spätere Ansichten traten denen Lavoisier's entgegen, nur diejenige, daß die bei der geistigen Gährung auftretenden Producte wesentlich nur aus den Bestandtheilen des Zuckers gebildet werden, wurde zunächst wieder durch Gay-Lussac und Döbereiner vertheidigt. — Die hiermit übereinstimmende Ansicht der neuesten Zeit und Liebig's Gährungs-Theorie müssen übergangen werden.

Die unter dem Namen „Aether“, später als Aethyloxid bekannte, flüchtige Flüssigkeit soll nach einigen Angaben im 13. Jahrhundert durch Raymund Lull, nach anderen Angaben im 15. Jahrhundert durch Basilus Valentinus, oder auch im 16. Jahrhundert durch Valerius Cordus, oder erst im 17. Jahrhundert durch Frobenius dargestellt worden sein.

Daß Lull Weingeist mit Schwefelsäure behandelt habe, erscheint als wahrscheinlich, aber vom Aether ist bei ihm keine Rede; auch bei Basilus Valentinus wird angedeutet, daß er Weingeist mit Schwefelsäure behandelt habe, wiewohl meistens noch andere Substanzen zugesetzt wurden. Es wird auch auf eine geschehene Destillation hingewiesen, aber von dem Destillat ist keine Rede, sondern Basilus sagt nur, daß als Resultat der Arbeit ein präparirtes Del herauskommen soll, womit er indessen nur den Rückstand gemeint haben soll.

Eine bestimmtere Kenntniß von dem Aether scheint zuerst Valerius Cordus, ein deutscher Arzt (gestorben 1544) gehabt zu haben. Nach dessen Angaben sollen gleiche Theile dreimal rectificirten Weingeistes und Vitriolöls während zweier Monate digerirt, und dann im Wasser- und Aschenbade abdestillirt werden; das Destillat bestehe aus zwei Flüssigkeiten, deren obere abgefondert und als das oleum vitrioli dulce verum aufbewahrt werden soll.

August Siegmund Frobenius veröffentlichte in den Philosophical Transactions für 1730 einen Aufsatz, in welchem die Eigenschaften eines ätherischen Körpers gerühmt wurden, ohne daß über die Bereitung des letzteren etwas mitgetheilt worden wäre.

Es wird nämlich gesagt, der ätherische Körper verfliege an der Luft, aber unter der Glocke der Luftpumpe erhalte er sich und bilde keine Blasen; auf die Haut gebracht, verursache er Kälte; er brenne auf Wasser; er löse vegetabilische und animalische Stoffe und ziehe das Gold aus der Goldauflösung an sich; er sei nicht corrosivisch, mische sich weder mit sauren noch mit alkalischen Flüssigkeiten, und sei die leichteste aller Flüssigkeiten.

Als Frobenius, welcher die Bereitungsmethode bis dahin sehr geheim zu

halten suchte, der Londoner Royal Society seine erste Mittheilung (1730) über den Aether gemacht hatte, war von ihm auch eine Beschreibung seiner Darstellungsmethode beigelegt worden, die man aber, seinem Verlangen gemäß, nicht veröffentlichte; es geschah dies jedoch nach seinem Tode in den Philosophical Transactions für 1741 durch Cromwell Mortimer.

Zu jener Zeit stellte Frobenius den Aether dar, indem er gleiche Theile Vitriolöl und höchst rectificirten Weingeist allmählig in einer gläsernen Retorte mischte und bei gelinder Wärme (während dreier Tage) überdestillirte. Das Destillat sollte so oft wieder zurückgegossen und auf's Neue destillirt werden, bis die Flüssigkeit in der Vorlage in zwei Schichten getheilt erscheine. Soweit, sagte er, sei der Proceß auch Newton bekannt gewesen.

Im Jahre 1740 legte er bei der Societät noch zwei Vorschriften zur Bereitung des Aethers nieder. Nach der zuletzt übergebenen sollen gleiche Gewichte Vitriolöl und Alkohol gemischt und so langsam destillirt werden, daß man zwischen je zwei fallenden Tropfen des Destillats 5 oder 6 zählen könne. Die Vorlage müsse gewechselt werden, sobald sich der dem Majoran ähnliche Geruch in einen sauren verwandele. Wenn der Aether übergegangen und die Retorte erkaltet sei, so könne man zu dem Rückstande die Hälfte des ursprünglich angewandten Weingeistes zusetzen und wieder destilliren und damit so lange fortfahren, als man Aether erhalte und bis der Rückstand in der Retorte ganz zu Kohle geworden sei. Dem abgeschiedenen Aether solle man flüchtiges Laugensalz zusetzen, bis kein Aufbrausen mehr erfolge und dann im Wasserbade rectificiren.

Indessen zur Zeit der Veröffentlichung war die Bereitung des Aethers schon ziemlich allgemein bekannt. Stahl, Fr. Hoffmann und Pott beschreiben in den Jahren 1731 und 1732 die Erscheinungen, welche sich bei Darstellung des Aethers ereignen, genauer; Hoffmann rieth, den Aether zur weiteren Reinigung von anhängender Säure über Alkali zu rectificiren, Pott, das Destillat zu fractioniren, damit nicht der zuerst übergehende Spiritus in dem später sich bildenden Aether sich auflöse.

Es beschäftigten sich nun mehrere Chemiker mit der Darstellung des Aethers; sehr vollständig sprach sich Beaumé in seiner Dissertation sur l'éther (1757) über die Darstellung des Aethers aus und daß dieser Körper in 10 Theilen Wasser auflöslich ist, wurde durch L'auragnais allgemein bekannt.

Cadet besonders zeigte 1774, daß man den Rückstand von der Aetherbereitung zur Aetherificirung von frischem Weingeist benutzen könne, und den Aether ganz rein durch Chlorcalcium darzustellen, wurde von L'owiz 1796 gelehrt.

Hinsichtlich der Benennung des Aethers mag bemerkt werden, daß derselbe bei Valerius Cordus und zunächst lebenden Chemikern oleum vitrioli dulce, bei Wallis oleum sulphur vini, bei Fr. Hoffmann, Pott u. A. acidum vitriolicum vinosum hieß. Die Benennung „Aether“ findet sich indessen schon ziemlich frühe in chemischen Schriften; denn bekanntlich ist nach der alten Ansicht über das Weltgebäude die Atmosphäre von einer noch feineren Flüssigkeit, als die

Luft, von dem Aether umgeben, und daher pflegte man die Bezeichnung „Aether“ für jede durchdringende leichtflüchtige Substanz, namentlich den starken Weingeist, zu wählen.

Frobenius nannte den Aether spiritus aethereus. — Der Ausdruck „Naphtha“ wurde um dieselbe Zeit auch dem Aether, seiner Leichtentzündlichkeit wegen, beigelegt. Als man aber andere Aetherarten, von denen weiter unten die Rede sein wird, kennen lernte, wurde der mittelst Schwefelsäure dargestellte als Vitriol- oder Schwefeläther oder Vitriol- oder Schwefelnaphtha bezeichnet.

Ueber die Ansichten, welche über die Entstehung und die Constitution des Aethers gehegt wurden, mag Folgendes angeführt werden:

Aus Libavius' Angabe, das Vitriolöl, und nicht der Weingeist, werde bei der Aether-Vereitung in ein süßes Del verwandelt, läßt sich schließen, daß von der Schwefelsäure etwas mit übergehe. Willis (1675) im Gegentheil scheint der Ansicht gewesen zu sein, der Aether sei der eigentliche brennbare (ölige oder schweflige) Bestandtheil des Weingeists.

Frobenius behauptete, der Aether bestehe aus dem reinsten Feuer. Diese Ansicht fand aber keine Anhänger. Dagegen gewann aber bald nach dieser Zeit die Ansicht vielfache Zustimmung, der gewöhnliche Aether sei eine Verbindung des Weingeists oder eines Bestandtheils desselben mit Schwefelsäure, ähnlich wie die Verbindungen, welche man schon früher als versüßte Salzsäure oder Salpetersäure darstellen gelernt hatte. Denn schon Basilus Valentinus hatte im 15. Jahrhundert die versüßte Salpeter- und Salzsäure als Verbindungen dieser Säuren mit Salzsäure und Salpetersäure bezeichnet. — Diese Ansicht wurde lange beibehalten.

Fr. Hoffmann giebt in einer Dissertatio de acido vitrioli vinosi (1732), wiewohl der Titel eine vermeintliche Verbindung der Vitriolsäure mit Weingeist vermuthen läßt, an, daß der Weingeist den in dieser Verbindung bei Weitem vorherrschenden Bestandtheil liefere; er sagt, der Aether könne auch als spiritus vini vitriolatus bezeichnet werden.

Hoffmann's Ansichten lassen zwei verschmolzene Theorien erkennen; die eine lautet der Art, daß der Aether versüßte Vitriolsäure sei oder daß Schwefelsäure als wesentlicher Bestandtheil in seine Mischung eingehe; die andere, daß der Aether größtentheils aus dem Weingeist seinen Ursprung nehme, und zwar in der Art, daß der aus einem öartigen Körper, dem Aether, und Wasser bestehende Weingeist bei der Aetherbereitung in seine Bestandtheile zerlegt werde. Die Mehrzahl der Chemiker von 1730 — 1800 stimmte der erstern Ansicht bei, nur wenige behaupteten richtiger, die Schwefelsäure gehe nicht in den Aether über, und diese unterscheide sich von dem Alkohol nur durch geringen Wassergehalt.

Macquer sprach sich zuerst in mehreren Schriften um 1750 — 1780 für diese letztere Ansicht aus. Er meinte, Weingeist unterscheide sich dadurch von den eigentlichen Oelen, daß eine größere Menge Wasser in seiner Grundmischung enthalten sei. — Je mehr man ihm von diesem Wasser entziehe, um so mehr gehen seine Eigenschaften in die eines Oels über. Unter dem Einfluß der Wärme

entziehe die Schwefelsäure dem Weingeist Wasser; es gehe bei der Destillation anfangs nur ein wasserfreier Weingeist, später aber gehen Zersetzungsproducte des Weingeists über. Kurz der Aether sei nichts Anderes als Weingeist, welcher durch Schwefelsäure eines Theils des Wassers seiner Mischung beraubt und dadurch der öllichten Natur näher gebracht worden sei.

Im Jahr 1778 räumte Macquer indessen ein, es sei nicht ganz unmöglich, daß ein Theil der Vitriolsäure in die Zusammensetzung des Aether's übergehe, jedoch sei dies nicht erwiesen. In Beziehung auf die zusammengesetzten Aetherarten scheint Macquer gleichfalls zuerst Aether, und nicht Weingeist, als mit der Säure verbunden, betrachtet zu haben.

Wiegleb glaubte (1781), Weingeist sei eine Verbindung eines eigenthümlichen ätherischen Oeles mit Wasser und die Aetherbildung beruhe allgemein auf der Vereinigung des ersteren Bestandtheils mit der angewandten Säure, später (1793) erklärte er die Aetherbildung allgemein dahin, der Weingeist werde dabei zersetzt, Wasser ausgeschieden, und der andere brennbare und öltartigere Bestandtheil verbinde sich mit einem Theil der angewandten Säure zu einem ätherischen Oele. — Scheele war, seinen Versuchen zufolge, auch der Ansicht, daß die Schwefelsäure in die Zusammensetzung des Aethers eingehe.

Hermstädt sprach (1791) die Ansicht aus, jeder Aether entstehe, indem eine Säure und Weingeist sich zersetzen; der Sauerstoff der Säure bilde mit einem Theile des Weingeists Kohlensäure und eine organische Säure, das Radical der Säure mit einem andern Theil des Weingeists Aether. Gewöhnlicher Aether müßte hiernach aus Weingeist und Schwefel bestehen; und wirklich hatte Hermstädt auch (1786) behauptet, aus einem Aether könne man durch Salpetersäure Schwefelsäure darstellen. Götting war 1797 der Ansicht, die Schwefelsäure desoxydire sich bei der Behandlung mit Weingeist, und bilde eine organische Säure, Wasser und schweflige Säure, welche letztere mit den Elementen des Weingeists sich zu Aether vereinige.

B. Pelletier betrachtete den Aether als oxydirten Alkohol. Fourcroy glaubte, daß der Aether vom Alkohol sich darin unterscheide, daß der erstere weniger Wasserstoff enthalte. Er ging aber bald von dieser Ansicht ab und hegte, in Folge der in Gemeinschaft mit Bauquelin angestellten Versuche, mit diesem die Ansicht, daß nicht, wie man früher glaubte, Aether und Wasser die näheren Bestandtheile des Alkohols seien, sondern daß beide erst dadurch gebildet werden, daß durch die prädisponirende Affinität der Schwefelsäure zu dem Wasser, sich Sauerstoff und Wasserstoff aus dem Alkohol zu Wasser vereinigen, und daß der Rest der Bestandtheile des Alkohols, unter Abscheidung von etwas Kohle, den Aether bilde. Daß dem Alkohol Wasserstoff und Sauerstoff im Verhältniß, wie diese Elemente im Wasser enthalten sind, entzogen werden, betrachteten sie als den eigentlichen Vorgang bei der Aetherbildung; als wesentlich sahen sie aber auch die Ausscheidung von etwas Kohle an. Diese Zersetzung findet nach Fourcroy und Bauquelin innerhalb bestimmter Temperaturgrenzen Statt.

B. Rose d. J. wies 1800 überzeugend nach, daß der gewöhnliche Aether weder Schwefel noch eine Säure desselben enthalte, und dieser Nachweis wurde auch durch Th. Saussure 1807 bestätigt. Gay-Lussac gab für die Entstehung des Aethers die Erklärung, es werde dem Alkohol durch die Schwefelsäure die Hälfte des in ihm enthaltenen Wassers entzogen.

Thénard besonders zeigte 1807, daß die Aetherarten, welche mittelst der verschiedenen Säuren dargestellt werden können, von dem Schwefeläther und unter sich wesentlich verschieden sind. Boullay behauptete dagegen ziemlich zu gleicher Zeit, Säure und Alkohol seien allerdings in den zusammengesetzten Aetherarten als nähere Bestandtheile enthalten; es seien diese als neutrale Verbindungen zu betrachten, in denen der Alkohol die Rolle der Base spiele; den Salzäther namentlich betrachtete er als aus Salzsäure und Alkohol bestehend. Colin und Robiquet (1816) thaten dagegen dar, daß der Salzäther nicht so zusammengesetzt sei, sondern als aus gleichen Theilen ölbildenden und salzsauren Gases zusammengesetzt sich betrachten lasse.

Thénard nahm drei Klassen von Aetherarten an: Aether, in welchem Kohlenwasserstoff (ölbildendes Gas) mit einer Säure vereinigt sei; Aether, in welchem Alkohol mit einer wasserfreien Säure verbunden sei, und Aether, in welchem nichts von der zur Bereitung angewandten Säure enthalten sei.

Die Aether der zweiten Art betrachtete Berzelius um 1825, als aus gewöhnlichem Aether und wasserhaltigen Säuren bestehend.

Gay-Lussac hatte schon 1815 Aether und Alkohol als zwei Hydrate des ölbildenden Gases betrachtet, so daß der Alkohol auf dieselbe Menge ölbildenden Gases noch einmal so viel Wasser enthalte, als der Aether.

Dumas und Boullay betrachteten das ölbildende Gas als einen dem Ammoniakgas analogen Körper, welcher mit Sauerstoffsäuren nur dann salzartige Verbindungen bilde, wenn Wasser in die Zusammensetzung mit eingehe.

Berzelius schlug 1832 für den Kohlenwasserstoff von der Zusammensetzung des ölbildenden Gases und von dem Atomgewicht vor, daß Ein Atom desselben mit Einem Atom Wasser vereinigt die Zusammensetzung des Aethers, mit zwei Atomen Wasser vereinigt, die des Weingeists ausdrückt, die Bezeichnung Aetherin vor; für wahrscheinlicher hielt er aber 1833, daß Alkohol und Aether nicht zwei Hydrate desselben Körpers, sondern zwei Dryde verschiedener Kohlenwasserstoffe seien. Liebig aber bestritt 1834 diese Ansicht, und betrachtete den Aether als das Dryd eines Radicals Aethyl und den Alkohol als das Hydrat dieses Dryds; die verschiedenen Klassen von Aetherarten wurden nun bestimmter als Dryd des Aethyls, Verbindungen des Aethyls mit Salzbildern und Verbindungen des Aethyls mit Sauerstoffsäuren charakterisirt.

Daß man außer dem gewöhnlichen sog. Schwefeläther noch andere zusammengesetzte Aetherarten schon frühzeitig kannte, davon ist bereits hier und da die Rede gewesen.

Der sogenannte Salpeteräther wurde zuerst von Raymond Lull

erhalten; derselbe gibt eine Vorschrift, nach welcher gleiche Gewichtstheile calcinirten Vitriols, Salpeters und entwässerten Alaun's mit halb so viel calcinirtem Weinstein's und Zinnober gemischt, und mit Weingeist destillirt werden sollten. Beim Destilliren soll erst schwache, dann allmählig eine stärkere Hitze gegeben werden; das Destillat ist noch einmal über dieselben festen Substanzen abziehen und das ganze Verfahren noch einige Male zu wiederholen. — Lull wußte zwar, daß Salpetersäure sich mit Weingeist heftig erhitzt, aber den Salpeteräther ließ er weggehen.

Vasilius Valentinus kannte vielleicht mehr vom Salpeteräther. Hugen und Papin zeigten in den Philosophical Transactions für 1675, daß bei der Mischung von Salpetersäure und Weingeist unter der Glocke der Luftpumpe eine elastische Flüssigkeit sich bildet, und Boyle weist darauf hin, daß die hierbei sich entwickelnde Lustart entzündlich ist. Auf die Bildung einer bei der Mischung von Salpetersäure und Weingeist aufschwimmenden Flüssigkeit machte zuerst Kunkel in seiner Epistola contra spiritum vini sine acido (1681) aufmerksam. Fr. Hoffmann schrieb 1722 vor, auf 1 Thl. Säure wenigstens 5 bis 8 Thl. Weingeist zu nehmen, während man früher gleiche Gewichtstheile beider Substanzen auf einander einwirken ließ. Navier, ein Arzt zu Chalons, stellte eine Flüssigkeit dar, welche dem Frobenius'schen Aether sehr nahe kam.

Daß sich der Salpeteräther auch durch vorsichtige Destillation von Salpetersäure und Weingeist darstellen lasse, zeigte zuerst G. M. G. Hentel in seiner Dissertatio de naphtha vini etiam per ignem elaboranda (1761).

Was den Salzäther betrifft, so finden sich schon Angaben, welche mit der Bereitung des Chloräthyls in Verbindung stehen, bei Vasilius Valentinus und die Versüßung der Salzsäure, d. h. die Darstellung der Lösung von Chloräthyl in Weingeist ist den späteren Chemikern wohl bekannt. — Pott wandte, um versüßten Salzgeist zu erhalten, Antimon- oder Arsenchlorid an. G. F. Rouelle entdeckte 1759, daß bei der Destillation von Zinnchlorid mit Weingeist Wasser aus dem Destillat einen leichten Aether abscheidet. Woulf ließ (1767) gasförmige Salzsäure auf Weingeist einwirken und schied, aus der überdestillirenden und mit Kalk rectificirten Flüssigkeit, Salzäther ab. Apotheker Basse in Hameln lehrte besonders hiernach, das in Rede stehende Präparat sicher bereiten.

Das Chloräthyl wurde als leichter Salzäther von dem schweren Salzäther oder dem schweren Salzöl, auf dessen Bildung bei der Destillation von Kochsalz, Braunstein, Vitriolöl und Weingeist 1782 Westrumb und Scheele aufmerksam machten, unterschieden.

Die Entdeckung des Essigäthers wurde 1759 durch Lauraguais veröffentlicht, und zwar in der Weise, daß starke (durch Erhitzen von essigsaurem Kupfer erhaltene) Säure bei der Destillation mit Weingeist diesen Aether bilde. Diese Angabe wurde von mehreren Seiten bestritten, aber Pelletier zeigte 1786, daß die Essigsäure schon für sich den Weingeist ätherificiren könne.

Ameisenäther soll 1777 durch Arvidson entdeckt worden sein; bestimmt erhielt aber diesen Aether W. S. Buchholz (1782), indem er denselben aus

dem Destillat von concentrirter Ameisensäure mit Weingeist durch Wasser abschied.

Der Aether wurde zuerst 1773 durch Savary wahrgenommen, und Bergman beobachtete 1776, daß man bei der Destillation von Klee- säure und Weingeist ein Destillat erhalte, aus welchem sich durch Kalkwasser ein Aether abscheiden lasse.

Weinöl. Mit diesem Namen oder vielmehr als *oleum vini* wurden lange Zeit sehr verschiedenartige Producte benannt. Libavius bezeichnet damit ein Del, welches sich während lange dauernder Digestion von gutem Wein oben abscheide, und Glauber einen Körper, welcher sich bei der Einwirkung starker Salzsäure mit Weingeist bilde u. Bestimmt wurde das Weinöl von dem Aether durch Fourcroy und Bauquelin 1797 unterschieden. Sie waren der Ansicht, bei der Temperatur, wo sich Weinöl bilde, vereinige sich der Alkohol mit Kohlenstoff; er werde dadurch schwerer, weniger flüchtig und zu Weinöl. Letzteres verhalte sich zum Aether, wie dieser zum Weingeist. Sennel in London gab 1826 an, daß das Weinöl Schwefelsäure enthalte und als aus dieser und reinem Kohlenwasserstoff bestehend anzusehen sei.

Serullas that dar, daß es zwei verschiedene Arten von Weinöl gebe; ein schwefelsäurehaltiges und ein schwefelsäurefreies, von denen ersteres durch Destillation von ätherschwefelsaurem Kalk entdeckt wurde, letzteres aber aus dem ersteren durch die Einwirkung von Wasser oder von Alkalien entstehe und die Zusammensetzung des ölbildenden Gases habe.

Das früher sogenannte Weinöl wurde später in fünf besondere Körper: Aether, schwefelsaures Aetheröl, Aetherol, Aetherin und zwei Kohlenwasserstoffe unterschieden.

Aetherschwefelsäure. Im Jahr 1800 behauptete Dabit in Nantes, der Alkohol werde zu Aether, indem ein Theil des Sauerstoffs der Schwefelsäure einen Theil des Wasserstoffs des Alkohols zu Wasser oxydire; es bilde sich eine Oxydationsstufe, welche zwischen der Schwefelsäure und der schwefligen Säure stehe.

Sertürner (s. Thl. I. S. 250) veröffentlichte 1819*), daß, wie er schon 1806 gefunden habe, die Schwefelsäure sich mit Alkohol zu einer Säure verbinden könne, worin der Gehalt an Schwefelsäure nicht durch die gewöhnlichen Reagentien erkennbar sei.

Dem Alkohol ähnlich verhalten sich nach ihm andere Stoffe, wie Zucker, Gummi u. s. w. welche eben solche Säuren bilden können, und auch andere Säuren können solche Verbindungen eingehen. — Die aus Alkohol sich bildenden zusammengesetzten Säuren der Art nannte er Weinsäuren, die daraus mit Schwefelsäure entstehende, Schwefelweinsäure. Er beschrieb das Kalksalz und gab an, die Säure selbst lasse sich aus dem Kalk- oder Barytsalz durch Schwefelsäure darstellen. Er unterschied indessen drei Schwefelweinsäuren, von denen die erste bei der Mischung von Alkohol und Schwefelsäure entstehe, die zweite in dem Rückstande von der Aetherbe-

*) S. auch Sertürner's Entdeckungen und Berichtigungen im Gebiete der Chemie und Physik, Bd. II. S. 370. (Göttingen 1822).

reitung sich finde, und die dritte aus diesem Rückstande bei längerer Einwirkung der Luft sich bilden sollte; daß jedoch nur Eine solche existire, wurde durch A. Vogel in München nachgewiesen, welcher diese Säure als eine Verbindung von Unterschwefelsäure mit einem schweren ätherischen Oele betrachtete.

Sertürner hatte seine Resultate, ohne Dabit's Untersuchung zu kennen, erzielt, obgleich von französischen Chemikern ein solcher Vorwurf gemacht wurde.

Hinsichtlich der Constitution der Schwefelweinsäure trat Gay-Lussac 1820 der Ansicht Vogel's bei; desgleichen Kaiser 1826 und Dumas, sowie Boullay d. J. 1827, welche sie als eine Verbindung von Unterschwefelsäure mit Weinöl betrachteten.

Serullas zeigte 1828, daß sie sich als saurer schwefelsaurer Aether und ohne Salze als Verbindungen von gleichen Atomen schwefelsauren Salzes und des hypothetischen Schwefelsäureäthers betrachten lasse.

Aldehyd. Diesen Körper schien schon Scheele 1774 beim Zusatz von Braunstein bei der Aetherbereitung beobachtet zu haben.

Laudet zu Bordeaux sprach 1800 die Ansicht aus, daß man bei der Destillation von Schwefelsäure, Braunstein und Weingeist Aether erhalte. Dabit gab gleichzeitig dasselbe an, hob aber den durchdringenden Geruch, welcher sich zu erkennen gibt, hervor und schloß aus seinen Versuchen, der Alkohol werde zu Aether nicht dadurch, daß ihm die Elemente des Wassers entzogen werden, sondern dadurch, daß ein Theil seines Wasserstoffs austrete und zu Wasser oxydirt werde. Fourcroy und Bauquelin untersuchten noch 1800 die bei der Ausführung des genannten Verfahrens resultirende ätherische Flüssigkeit und fanden, daß sie in keiner Weise dem Schwefeläther ähnele, sondern eine ganz neue Substanz sei. Sie sprachen sich ferner dahin aus, daß der Alkohol bei der Vereitung jener Flüssigkeit keine Kohle, sondern nur einen Theil Wasserstoff verliere.

Döbereiner gab später (1821) an, bei der Destillation von Alkohol mit schwefelsäurehaltiger Chromsäure oder Mangansäure oder mit einer Mischung aus Vitriolöl und Braunstein bilde sich Kohlensäure, Essigsäure und eine ölbartige, dem schweren Salzäther analoge, Flüssigkeit, die er als bestehend aus gleichen Volumen ölbildenden Gases und Sauerstoff's betrachtete und Sauerstoffäther nannte. Gay-Lussac gab in demselben Jahr an, daß man bei der Destillation von Chromsäure oder von Schwefelsäure und Braunstein mit Weingeist eine Flüssigkeit von eigenthümlichem stechenden Geruch erhalte, welche eine Mischung von Alkohol, Aether und Weinöl sei. Döbereiner unterschied 1822 einen schweren und einen leichten Sauerstoffäther, welcher letztere sich bei der Destillation des ersteren entwickele, einer Mischung von Essig- und Salpeteräther ähnlich sei; der Sauerstoffäther sei aber vom Schwefeläther an Geruch und Geschmack und darin verschieden, daß er mit einer weingeistigen Kalilösung ein Harz bilde. Liebig hielt den Sauerstoffäther 1831 für Aether oder schwefelsäurehaltiges Weinöl oder für ein Gemenge von beiden. Döbereiner berichtete 1832, der wahre Sauerstoffäther werde durch Einwirkung von Platinschwarz auf Alkohol gebildet. Liebig zeigte

1835, daß bei der Destillation von Alkohol, Schwefelsäure und Braunstein eine flüchtige Materie, welche das salpetersaure Silberoxyd reducirt, auftritt, und Aldehyd genannt wurde.

Holzgeist. Obgleich Boyle schon 1661 bei der trockenen Destillation des Holzes den Holzgeist beobachtet hatte, so wurde doch erst 1819 genauer darauf geachtet, daß in dem rohen Holzessig auch eine geistige Flüssigkeit enthalten ist. Colin hielt sie für Brenzessiggeist. Döbereiner gab 1821 an, daß er bei der Untersuchung von Holzessig Weingeist darin gefunden habe. Es beschäftigten sich mehrere Chemiker, Taylor, Gmelin, Liebig, Dumas, Peligot, mit diesem Gegenstande, ebenso auch Macaire und Marcet, welche letzteren 1824 darthaten, daß der durch Taylor (1822) bei der trockenen Destillation erhaltene Aether pyroxylicus von dem Brenzessiggeist verschieden sei und dieses Resultat wurde durch L. Gmelin (1829) und Liebig (1832) bestätigt. Dumas und Peligot suchten die Analogie zwischen dem Holzgeist und Weingeist nachzuweisen. Berzelius vermuthete dagegen 1839, daß, wie später bestätigt wurde, der Holzgeist verschiedene Flüssigkeiten enthalten könne.

e. Organische Säuren.

Wie schon an einem andern Orte erwähnt worden ist, war die erste bekannte organische Säure der Essig, und lange Zeit wurde jede Säure in organischen Substanzen als Essig bezeichnet. Auf einen Gehalt von Essig deuten die Namen hin, welche man den kleeensäurehaltigen Pflanzen beilegte (*Acetosa*, *Acetocella*).

Gegen das Ende des 17. Jahrhunderts verglich man mit scharfem Essig die Ameisensäure, und als man diese 1774 zuerst künstlich darstellte, wurde sie gleichfalls für Essigsäure gehalten; erst in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts wurden mehrere organische Säuren als eigenthümliche erkannt.

Des Essigs wird bereits im alten Testamente gedacht, auch Dioskorides und Plinius theilen Manches über die arzneilichen Wirkungen des Essigs mit; Ersterer Nichts, Letzterer wenig über seine chemischen Eigenschaften: nur daß der Essig viele Kraft habe, zu zertheilen und mit kalfiger Erde aufbrause*).

Der den Alten bekannte Essig war roher Weinessig; erst die Alchemisten suchten denselben als destillirten Essig zu erhalten. Geber lehrte im 8. Jahrhundert, die Reinigung des Essigs durch Destillation kennen. Basilus lehrte im 15. Jahrhundert, daß bei der Destillation des Essigs zu Anfang schwächere, später stärkere Säure übergeht und er stellte das Verhalten des Essigs in dieser Beziehung dem des Weingeists gegenüber. Basilus scheint auch sogar schon die stärkere, aber reinere Säure, welche durch Destillation von Grünspan erhalten wurde und die er als *oleum vitrioli* bezeichnet hat, gekannt zu haben; — bei ihm wurde nämlich der krySTALLisirte Grünspan auch wohl ein Vitriol genannt. N. Lémery spricht 1675 von einem Kupferspiritus *acetum radicum* oder *radicale* (Radicalesig) und auch bei Libavius ist von einem *acetum radicum* die Rede.

Bessere Methoden, starken Essig darzustellen, lehrte indessen Stahl kennen

*) Hist. nat. Lib. 23. Cap. 27. (Bd. 3. p. 442 u. 443); ad exempl. Aceto summa vis est in refrigerando, non tamen minor indiscutiendo: ita sit ut infusum terrae spumet. — Ferner: Saxa rumpit infusum, quae non ruperit ignis antecedens.

und zwar (1697) schwachen Essig gefrieren zu lassen und die flüssig bleibende stärkere Säure von dem Eis zu trennen, Alkali mit Essig zu neutralisiren, abzdampfen und mit Schwefelsäure zu destilliren. Lowitz entdeckte 1789, daß wässerige, aber reine Essigsäure, wiederholt über Kohlenpulver abgezogen, so stark wird, daß sie in der Kälte krystallisirt und theilte sein Verfahren 1790 umständlicher mit, bemerkte aber auch dabei, daß, wie schon mehrere Chemiker vor ihm beobachtet haben wollten, auch die reinste Essigsäure entzündlich sei.

Aus Glauber's, Boyle's und Boerhave's Schriften geht hervor, daß man zu jener Zeit auch auf die bei der trocknen Destillation von vegetabilischen Substanzen sich bildende Säure geachtet zu haben scheint. Nach den Versuchen, welche Götting 1779 mit der Holzsäure angestellt hatte, unterschied man auch die Holzsäure von der Essigsäure. Fourcroy und Vauquelin zeigten 1800, daß sowohl die Holzsäure, als auch die brenzliche Schleimsäure oder brandige Zuckersäure eine mit brenzlichem Del verunreinigte Essigsäure sei und Thénard bewies, daß die bei der trocknen Destillation thierischer Substanzen entstehende Säure eine Essigsäure, mit thierischer Materie vermischt sei.

Die früheren Ansichten über die Bildung der Essigsäure stimmen meistens darin unter sich überein, daß man annahm, es trete einer geistigen Flüssigkeit bei ihrer Umwandlung in Essig gar nichts zu, diese Veränderung beruhe lediglich auf einer Umsetzung der Bestandtheile der Flüssigkeit, nicht aber auf Verbindung mit einem andern Körper. So führt z. B. Basilius Valentinus an, daß Wein durch Putrefaction und Fäulung der stetigen Wärme transmutirt und zu Essig werde.

Später nahm man an, daß der Weingeist durch Aufnahme salziger Partikeln (namentlich Weinstein's) zu Essig werde. Becher nahm (1669) an, Essig unterscheide sich dadurch vom Weingeist, daß der erstere mehr salziges (saures), der letztere schwefliges (brennbares) Element in sich enthalte.

Becher sagt ferner, der Weingeist gehe in die Zusammensetzung des Essigs mit ein und Diejenigen seien im Irrthum, welche den Wein kochen, damit der Geist verfliege und der Rückstand um so schneller sauer werde. Auch sagt er, der Essig bilde sich auch, ohne daß Weingeist entweiche, und zwar werde der Wein selbst in einem hermetisch verschlossenen Glasgefäße zu starkem Essig, wenn auch nur langsam.

M. L'Émercy war (1675) der Ansicht, daß mit der Bildung des Essigs eine theilweise Verflüchtigung des Weingeists wesentlich verbunden sei, stimmt aber übrigens mit Becher überein. In L'Émercy's Cours de Chymie p. 540*) finden sich folgende Worte: „Les vins deviennent aigres par la dissolution qui se fait de leur tartre dans une seconde fermentation; cette dissolution se fait ordinairement quand le vin commençant ce à vieillir; il se fait quelque dissipation des esprits les plus subtils; car le tartre s'introduisant à leur place,

*) Neuvième édition. Paris 1697.

il fixe et il embarrasse le reste des esprits qui sont restez dans le vin, en sorte qu'ils ne font plus aucune action etc."

Stahl spricht die Ansicht in seiner *Zymotechnia* (1667) aus, die Essigsäure sei eine innige Vereinigung von Säure und Weingeist und der letztere sei in dem Essig enthalten; sodann sagt er aber auch, es werde wohl bei der Essiggährung ein großer Theil des Weingeists untermischt und dieser trage zur Bildung der Essighefe bei. Solche Erklärungen genügten lange Zeit hindurch. Macquer meinte 1778, man könne sich zwar über den Vorgang bei der Essiggährung keinen deutlichen Begriff machen, aber es scheine, als ob dabei die innige Verbindung der sauren Theile des Weins mit den brennbaren vor sich gehe.

Nachdem die Gasarten genauer studirt worden waren, glaubte man, daß der Essig auch aus Wasser und einem absorbirten Gase bestehe; so behauptete z. B. Priestley (1775), in dem Essig sei ein *végétale acid air* enthalten, nahm aber diese Angabe einige Jahre später wieder zurück.

Lavoisier behauptete 1788, daß Essigsäure aus dem Weingeist durch Sauerstoffaufnahme entstehe. In dem *Traité élémentaire* (1789) sagt er, es folge dies daraus, daß der Wein nur unter Einwirkung der Luft zu Essig werde, daß sich dabei das Luftvolum verringere und daß man Wein in Essig verwandeln könne, indem man ihn auf andere Weise oxydire. Der Sauerstoffgehalt der Essigsäure war von Lavoisier und dessen Anhängern schon früher vermuthet worden und Berthollet behauptete 1786, der (aus Grünspan durch Destillation erhaltene) Radicaleffig sei sauerstoffreicher, als der gewöhnliche Essig. In Folge dessen unterschieden die französischen Chemiker (1789) *acide aceteux* und *acide acetique*, und Viele nahmen diese Verschiedenheit, eine essichte und eine Essigsäure, an.

Trommsdorff erklärte sich 1799 dahin, daß beide Säuren als identisch anzusehen seien; definitiv wurde dieser Gegenstand durch Darraçq's Versuche entschieden.

Die quantitative Zusammensetzung der Essigsäure wurde zuerst durch Berzelius 1814 bestimmt.

Lavoisier's Nachfolger hatten meistens angenommen, der Alkohol bilde durch Oxydation, neben Essigsäure, Kohlenensäure, aber Döbereiner fand 1822, daß sich hierbei nur Essigsäure und Wasser (aber keine Kohlenensäure) bilden. Dieser Chemiker ermittelte die Quantität des zur Essigbildung nöthigen Sauerstoffs und gab für die Entstehung des Essigs aus Weingeist eine richtige Erklärung. So wie man erkannte, daß die Essigbildung eine Art Verbrennungsproceß des Alkohols sei, folgte die rationelle Begründung der Schnelleffig-Fabrikation sogleich nach.

Die Verbindungen der Essigsäure mit Metallen resp. Metalloryden oder die essigsauren Salze waren im Alterthum wohl bekannt und wieder waren die essigsauren Salze die ersten künstlich dargestellten Salze. So wurde z. B. das essigsaure Kupferoxyd sehr früh bereitet; denn Theophrast (300 vor Chr.) redet schon davon, auch Dioskorides sagt, Grünspan entstehe, indem man ein kupfernes Gefäß oder eine Kupferplatte über starkem Essig aufhänge oder indem man Kupfer

über Weintrestern*) aufschichte u. Plinius theilt hierüber Aehnliches mit. Auch Basilius Valentinus und Geber den krystallisirten Grünspan. Die Bereitung des Grünspans ist wenigstens den späteren Chemikern bekannt.

Für den Körper, welcher bei den Griechen *ίός*, bei den Römern *aerugo***) hieß, kommen im Deutschen die Bezeichnungen Grünspan und Spangrün schon im 15. Jahrhundert vor. Man glaubte damals, daß diese Bezeichnung eigentlich Spanischgrün bedeuete. — Das essigsaure Zinkoxyd scheint schon Geber bekannt gewesen zu sein; essigsaures Kali soll nach Plinius im Alterthum als Arzneimittel gebraucht worden sein, essigsaures Ammoniak wurde im Anfang des 17. Jahrhunderts als Arzneimittel bekannt, wo es Raymund Minderer, ein Arzt besonders empfahl; essigsaures Natron wurde durch Dumas 1736 dargestellt und im krystallisirten Zustande scheint es zuerst J. F. Meher zu Osnabrück erhalten zu haben. Das neutrale essigsaure Bleioxyd war schon im 15. Jahrhundert Basilius Valentinus bekannt, und der durch Einwirkung von Essig auf Blei erhaltene Körper wurde auch bald allgemein als Bleizucker bezeichnet; bei Libavius heißt er *saccharum plumbi quintessentiale*.

Das basisch-essigsaure Bleioxyd, worauf Geber hindeutet, wurde noch früher dargestellt. Thomas von Aquino (im 13. Jahrhundert) erwähnt, daß man die *sg. lac virginis* durch Auflösen von Bleiglätte in Essig erhalte. — Eine Lösung von basisch-essigsaurem Bleioxyd wurde besonders seit 1760 öfters als Heilmittel angewandt, zu welcher Zeit es hauptsächlich der Franzose Goulard empfahl.

Schon früh wurde bei der Destillation des Bleizuckers die Bildung einer eigenthümlichen Flüssigkeit beobachtet, und Libavius sagt 1595 in seiner *Alchymia*, daß man aus dem Bleizucker durch starke Hitze die Quintessenz austreibe. Während des 17. Jahrhunderts wurde diese Quintessenz genauer untersucht. Bergman sagt z. B., der Bleizucker liefere bei der trockenen Destillation eine geistige und zwei ölarartige Flüssigkeiten. Boyle bespricht in seinem *Chemista scepticus* (1661) hauptsächlich die Eigenthümlichkeit geistigen Destillationsproducts, dessen er an mehreren Stellen erwähnt, und von welchem er glaubt, es entstehe aus dem Essig, indem dieser einige seiner Bestandtheile verliere und bei dem Blei zurücklasse.

1679 machte Boyle darauf aufmerksam, daß bei der Destillation des essigsauren Kalis eine geistige Flüssigkeit von durchdringendem Geruch und starkem Geschmack übergehe. Becher entwickelte zuerst bestimmte Ansichten über die Entstehung des geistigen Destillats; auch redete er von der Bildung einer brennbaren Flüssigkeit. —

Der Entstehung dieses brennbaren Körpers gedachten bald noch andere Chemiker.

*) *ὑπὲρ τρυγός.*

**) *Hist. nat. Lib. 34. Cap. 48. Lib. 25. Cap. 19.*

M. Lémery lehrt in seinem *Cours de Chymie* *) den esprit ardent de Saturne durch Destillation des Bleizuckers kennen, auch spricht er von der Entzündlichkeit desselben; und man hielt überhaupt diesen brennbaren Spiritus für Weingeist, bis Boerhave 1732 den Unterschied zwischen beiden erkannte. Später wurde indessen dieses entzündliche Destillat aus dem Bleizucker wenig beachtet; erst 1805 wurde dieser Gegenstand durch Trommsdorff wieder bearbeitet. Dieser Chemiker gab zur Zeit an, daß durch die trockene Destillation von essigsaurem Kali oder Natron eine Flüssigkeit gebildet werde, welche die Mitte zwischen Alkohol und wahrem Aether halte.

Die Gebrüder Derosne untersuchten 1807 die eigenthümliche Flüssigkeit, welche dem aus essigsaurem Kupfer destillirten Essig beigemischt ist und nannten dieselbe Ether pyro-acétique. Chevenir zeigte 1809, daß sich bei der Destillation aller essigsauren Salze stets dieselbe eigenthümliche Flüssigkeit bilde, die er Esprit pyro-acétique nannte, deren Eigenthümlichkeit er erwies, und von welcher er glaubte, sie enthalte weniger Sauerstoff, als die Essigsäure. Derselbe Körper wurde mehrfach untersucht, und Liebig bestimmte 1831 die Zusammensetzung des sog. Acetons.

Weinstein säure. Der nach der Bereitung des Weins sich absetzende Weinstein wurde im Alterthum nicht besonders bezeichnet, sondern überhaupt als Abfall vom Wein oder Hefe, als *τρώξ* oder als *faex vini* **) benannt. Der Name Tartarus kommt erst bei den Alchemisten im 11. Jahrhundert vor.

Das Wort „tartar“ soll eine arabische Bezeichnung für Weinstein und die Worte: tartarum oder tartarus würden demnach eine latinisirte Form sein. Später bedeutet Tartarus die verschiedenartigsten Dinge, namentlich alle Salze, welche aus der durch Brennen zu erhaltenden Basis des Weinstains dargestellt wurden, wie z. B. tartarus vitriolatus (schwefelsaures Kali).

Die früheren Angaben über die Constitution des Weinstains sind meistens sehr undeutlich. Geber scheint den weinsteinhaltigen Traubensaft für eine Säure gehalten zu haben.

Obgleich der Weinstein im 17. Jahrhundert schon als ein salziger Körper bezeichnet wird, so scheint man ihn doch für eine Säure gehalten zu haben, durch deren Behandlung mit einem Alkali sich ein Salz erzielen lasse.

Es waren zwar inzwischen mehrere Versuche mit dem Weinstein angestellt worden, aber erst Marggraf bewies 1764, daß das Alkali, welches man aus dem Weinstein durch Verbrennen erhalten kann, darin schon vorhanden ist; er zerlegte den Weinstein mittelst Kalk, beachtete aber die mit letzterem sich verbindende Säure nicht; erst Scheele ermittelte und isolirte 1769 die Weinsteinsäure; indem er den weinsteinfauren Kalk mittelst Schwefelsäure zerlegte.

Die Eigenthümlichkeit der Weinsteinsäure wurde alsbald fast allgemein anerkannt und einige versuchte Widerlegungen wurden nicht beachtet.

*) *Cours de Chymie* p. 129.

**) *Plin. Hist. nat. ad exempl. Lib. 23. Cap. 31. u. Lib. 35. Cap. 26.*

Die Verbindungen der Weinsäure mit Basen sind zum Theil frühzeitig bekannt gewesen. Das neutrale weinsteinsaure Kali ist seit dem 16. Jahrhundert bekannt; es wurde mitunter als Samech Paracelsi, öfters als tartarus tartarisatus und auch als tartarus solubilis bezeichnet. Einige glaubten, es gebe leichtlöslichen Weinstein mit Kali- oder Kalkgehalt, je nachdem man den Weinstein mit der einen oder andern Basis neutralisire.

Marggraf und Nouelle verbreiteten erst die nöthige Klarheit darüber, nämlich daß auch der mit Kalk bereitete tartarus solubilis Kali als Basis habe. Im Jahr 1728 entdeckte Le Febvre, daß der Weinstein durch Zusatz von Borax löslich werde, und Laffone 1754, daß Boraxsäure auf den Weinstein eine ähnliche Wirkung ausübt. — Beide Präparate wurden als Tartarus boraxatus bezeichnet, das mit Zusatz von Borax bereitete auch als cremor tartari solubilis benannt, welches letztere für die Alchemisten dadurch besonders interessant wurde, daß es zu einer Verwandlung von unedlen Metallen in Gold brauchbar sein sollte.

Das weinsteinsaure Natron-Kali wurde 1672 durch Pierre Seignette, einen Apotheker zu Rochelle entdeckt, welcher es als ausgezeichnetes Heilmittel anpries, aber die Darstellung geheim hielt. Boulduc berichtet 1731, daß er durch Groffe auf den richtigen Weg geführt worden sei, das besagte Seignette-Salz darzustellen. Gleichzeitig verkündete auch El. J. Geoffroy, daß das Seignette-Salz aus Weinstein und Alkali von Alicante (span. Soda) bestehe.

Der Brechweinstein oder das weinsteinsaure Antimonoxyd-Kali soll durch Adrian von Mynsicht entdeckt worden sein. Derselbe gibt 1631 die Vorschrift, Weinstein solle mit Crocus metallorum absinthiacus und Rummelwasser gekocht, die Lösung filtrirt und zum Krystallisiren gebracht werden. Glauber lehrte 1648 die Darstellung aus Spießglanzblumen oder Spießglanzglas und Weinstein. Bergman (1773) lehrte die Bestandtheile des Brechweinsteins, und daß dieser ein Doppelsalz sei, kennen; jedoch waren damals die verschiedenen Oxydationsstufen des Antimons noch zu wenig unterschieden, als daß eine richtige Bestimmung derjenigen, welche im Brechweinstein enthalten ist, möglich gewesen wäre.

Im 17. Jahrhundert wurden noch mehr Arzneimittel eingeführt, welche durch die Einwirkung des Weinsteins auf metallische Substanz dargestellt wurden.

Die Brenzweinsäure scheint schon Raymond Lull im 13. Jahrhundert beobachtet zu haben; er destillirte nämlich den Weinstein und sagt, man solle aus dem Weinstein durch starke Hitze alles Del austreiben; indessen scheint man auf das geistige (saure) Product, welches sich dabei bildet, erst im 16. Jahrhundert geachtet zu haben, wo es als spiritus tartari, Weinssteingeist, bezeichnet wurde. Becher erklärte (1669), daß die Destillationsproducte des Weinsteins denen der essigsauren Salze sehr ähnlich seien. Lémery erklärte 1675, bei der Destillation des Weinsteins gehe ein Theil der Säure desselben mit über. Nach vielen Widersprüchen that W. Rose 1807 die Eigenthümlichkeit der brenzlichen

Weinsteinsäure dar, und Rose machte schon darauf aufmerksam, daß sich bei der Destillation des Weinstein's zwei verschiedene Säuren zu bilden scheinen. — Die Untersuchung der Veränderungen der Weinsteinsäure durch Schmelzen gehört der neuern Zeit an.

Traubenensäure. Diese Säure ist von einem Weinsäure-Fabrikanten, Kestner, zu Thann in den Vogesen, entdeckt und von Jahn wissenschaftlich untersucht, auch 1819 als Säure beschrieben worden. 1826 wurde sie von Gay-Lussac und Wöhler untersucht, von denen ersterer fand, daß sie fast ähnliche Sättigungscapacität wie die Weinsäure habe. Berzelius erwies, daß sie dieselbe Zusammensetzung wie die Weinsteinsäure hat und doch von ihr verschieden ist.

Oxalsäure. Die in dem Sauerkleesalz enthaltene Säure wurde anfänglich mit der Essigsäure verwechselt, und das Salz, welches die sie enthaltenden Pflanzen liefern, ist lange für Weinstein gehalten worden. Darauf deutet auch die Benennung der Pflanzen hin, welche saures klee-saures Kali enthalten (*acetosa*, *acetosella*) u. Angelus Sala sagt auch zu dieser Zeit in seiner *Tartarologia*, wie schon saurer Weinstein könne aus dem Saft des Sauerklee's (*acetosa*) bereitet werden, indem man denselben mit Eiweiß kläre, filtrire und krystallisiren lasse. Die späteren Angaben liefern nichts Genaueres, bis Savary diese Substanz zuerst einer genauen chemischen Untersuchung unterwarf. Derselbe bestätigte den Alkaligehalt, welchen vorher schon Marggraf erwiesen hatte. Er unterwarf das Sauerkleesalz der Destillation, und stellte das neutrale und das vierfach-oxalsaure Kali durch Zusatz von Schwefelsäure oder Salpetersäure zu der Auflösung des Sauerkleesalzes und Krystallisation dar. — Der Name der Säure blieb indessen unbestimmt. Wiegand wies 1779 die Eigenthümlichkeit derselben nach, beschrieb die Reactionen und machte namentlich darauf aufmerksam, daß sie kalkhaltiges Wasser trübe.

Im Jahr 1776 hatte Scheele durch die Einwirkung der Salpetersäure auf Zucker eine eigenthümliche Säure erhalten, welche Bergman genauer studirte und von der er beachtete, daß diese krystallisirte Säure bei der Destillation Gas liefere, welches zur Hälfte aus Luftsäure, zur Hälfte aus einer entzündlichen und mit blauer Farbe brennenden Luftart bestehe; er bemerkte auch, daß ein Theil der Säure sich sublimirt. Er führte ferner noch an, daß diese Säure sich aus allen zuckerhaltigen Substanzen, aus Mehl, Gummi und anderen vegetabilischen Stoffen, mittelst Salpetersäure, darstellen lasse.

Macquer verglich 1778 die krystallisirte Zuckersäure mit dem Sauerkleesalz. Zuckersäure und Klee-säure wurden dann als zwei verschiedene Substanzen betrachtet. Die Identität beider Säuren wurde indessen 1784 durch Scheele nachgewiesen. Er sagte auch, daß in der Rhubarberwurzel oxalsaurer Kalk enthalten ist, 1785 gab er an, wie oxalsaurer Kalk in Gewächsen zu erkennen sei, und 1786 machte er viele Pflanzen namhaft, in denen dieses Salz enthalten sei.

Die Oxalsäure wurde lange Zeit für eine dreifach-zusammengesetzte Substanz

gehalten. Berzelius, welcher 1814 zuerst das atomistische Verhältniß von Kohlenstoff und Sauerstoff zu einander kennen lehrte, war damals noch der Ansicht, ein geringer Gehalt an Wasserstoff, welchen ihm die Analyse ergab, gehöre wesentlich zu der Constitution jener Säuren, wie sie in den wasserfreien Salzen enthalten sei. Dulong wies aber 1815 nach, daß diese keinen Wasserstoff enthalten; als die näheren Bestandtheile der wasserfreien oxalsauren Salze betrachtete er Kohlenensäure und ein Metall. Döbereiner betrachtete 1816 die Oxalsäure als aus gleichen Mischungsgewichten, Kohlenensäure und Kohlenoxyd zusammengesetzt.

Zuckersäure. Diese Benennung wurde durch Hefß 1827 einer Säure beigelegt, welche sich bei der Einwirkung der verdünnten Salpetersäure auf Zucker, neben Oxalsäure bildet. Erdmann erklärte diese Säure 1836 für isomer mit der Weinstensäure und nannte sie Metaweinstsäure.

Schleimsäure. Diese Säure wurde von Scheele (1780) entdeckt, indem er Salpetersäure auf Milchsücker einwirken ließ; er nannte sie deshalb Milchsückerensäure; später (1785) fand er, daß auch diese Säure durch Einwirkung von Salpetersäure auf Traganthgummi sich bilde, und Fourcroy nannte sie, weil sie überhaupt aus Pflanzenschleim dargestellt werden könne, Schleimsäure. Die bei der trocknen Destillation der Schleimsäure erhaltene Säure (Brenzschleimsäure) wurde durch Scheele, Hermbstädt und Houton-Labillardière beobachtet.

Die Kampherensäure wurde 1797 durch Bouillon-Lagrange und Bauquelin als eigenthümlich erkannt, wie dies Buchholz 1809 bestätigte.

Die Korksäure wurde durch Brugnatelli 1787 entdeckt und deren Eigenthümlichkeit durch Bouillon-Lagrange 1797 bestätigt.

Benzoëssäure. Die trockne Destillation des Benzoëharzes ist schon im 16. Jahrhundert versucht worden. — Vigenère erwähnt (1608) die krystallinisch sublimirte Benzoëssäure und sagt, man solle zerkleinertes Benzoëharz mit Weingeist in eine Retorte thun und diesen bei gelindem Feuer überziehen. Zu derselben Zeit lehrte Turquet de Mayerne in seiner Pharmacopoea die Benzoëblumen aus Benzoëharz entweder mit einem Zusatz von Sand in einer Glasretorte, oder ohne diesen Zusatz, in einem irdenen Gefäß, auf welches ein Hut von Fließpapier gebunden werden solle, zu sublimiren.

Ehrenfried Hagedorn stellte die Säure 1671 auf nassem Wege dar. Er hatte das Harz in Weingeist gelöst und mit Wasser niedergeschlagen; aus der wässrig-spirituösen Flüssigkeit krystallisirte nach einiger Zeit eine Masse, welche er mit den Benzoëblumen für identisch hielt.

Scheele lehrte 1775 die Benzoëssäure aus dem Benzoëharz mittelst Kalwassers auszuziehen und dann durch Salzsäure abzuscheiden, wiewohl Lichtenstein dies erst 1782 bestimmt erwies.

Ueber das Vorkommen der Benzoëssäure in anderen Substanzen als dem Benzoëharze berichtete J. E. Lehmann 1709, welcher sie in dem Perubalsam

gefunden haben wollte. Rouelle fand sie in dem Harn der Rüche und Kameele; Scheele gab 1785 an, aus dem seifenhaften Auszuge des Harns, mittelst Salpetersäure einen Körper erhalten zu haben, welcher in jeder Beziehung mit der Benzoesäure übereinstimme, und Fourcroy, sowie Bauquelin suchten 1797 zu zeigen, daß der Harn der grasfressenden Vierfüßer Benzoesäure enthalte. Liebig unterschied aber 1829 die Hippursäure von der Benzoesäure.

Bernsteinsäure. Schon Agricola (1550) spricht zwar von einer salzartigen Substanz, welche durch Destillation des Bernsteins erhalten werde; aber die früheren Ansichten über diesen Gegenstand waren sehr widersprechend. Mehrere hielten dieselbe für ein flüchtiges Alkali, Andere für eine schwefelartige Substanz u. Pott erklärte den Körper 1753 für eine eigenthümliche Säure (Bernsteinsäure) und dieses bestätigten J. G. Stöckar von Neuforn aus Schaffhausen (1760) und Bergman 1782.

Ameisensäure. Die Existenz der Ameisensäure war, in Folge verschiedner Erscheinungen, schon im 17. Jahrhundert geahnet worden, und 1676 gewann der Engländer Bray durch Destillation die genannte Säure. Er verglich diese Säure mit dem Essig, und fand, daß sie mit Blei eine Art Bleizucker und mit Eisen eine adstringirend schmeckende Flüssigkeit bilde. Um dieselbe Zeit soll Samuel Fischer, die Ameisensäure durch Destillation dargestellt haben.

Bray's Beobachtungen wurden durch Urban Hiärne's Untersuchungen, (1712) sowie durch die Marggraf's (1749) bestätigt. Besonders wurde aber die Ameisensäure als eine eigenthümliche Säure anerkannt, nachdem Arvidson und Dehrn 1777 die Salze der genannten Säuren genauer untersucht hatten. Die Behauptung, daß die Ameisensäure nur ein Gemisch aus Essigsäure und Aepfelsäure sei, wurde 1805 durch Suerßen und 1812 durch Gehlen widerlegt.

Die künstliche Bildung der Ameisensäure aus anderen organischen Substanzen war schon im vorigen Jahrhundert mehrmals ausgeführt worden, aber die entstehende Säure hatte man immer für Essigsäure gehalten. — Scheele berichtete in seinen Untersuchungen des Braunnsteins 1774, dieser Körper gebe mit Zucker oder Gummi und Schwefelsäure erwärmt zur Entwicklung eines stechenden Dunstes Anlaß, welcher in einer Vorlage aufgefangen, sich als wahrer Essig erweise; durch Erhitzen von Schwefelsäure Zucker und Braunstein könne man reine Essigsäure darstellen. Nach verschiednen vergeblichen Versuchen von Seiten anderer Chemiker entdeckte Döbereiner 1822, daß sich hier Ameisensäure bildet.

Milchsäure. Diese Säure wurde 1780 durch Scheele in der sauren Milch entdeckt, und es wurde deren Eigenthümlichkeit anerkannt bis andere Chemiker, wie z. B. Bouillon-Lagrange 1804, Fourcroy und Bauquelin 1806 behaupteten, sie sei nur Essigsäure, welche mit thierischer Materie verbunden sei. Diese Behauptung wurde bestritten und namentlich Berzelius vertheidigte die Eigenthümlichkeit der Milchsäure, welche er in der Flüssigkeit der Muskeln entdeckte, sowie später (1813) auch noch in mehreren anderen thierischen Flüssigkeiten nachwies. — Daß die Milchsäure wirklich eine besondere Säure sei,

zeigte die Analyse derselben, durch Mitscherlich und Liebig (1832); Gay-Lussac's und Pelouze's Resultate (1833) stimmten damit überein; auch ein von Braconnot neu entdeckter Körper, welcher sich im Reis mit Wasser, Kürbissrübensaft und in ähnlichen Körpern bildet, wurde von A. Vogel (1818) als identisch mit der Milchsäure erwiesen. — Braconnot, zu Nancy, hatte diese Säure nach seinem Wohnorte „Nancysäure“ genannt.

Citronensäure. Dieser Säure wird als im Citronensaft existirend schon im 13. Jahrhundert gedacht; sowohl Vicentius Bellovacensis, als auch Boerhave sprachen sich darüber aus; jedoch wurde ihre Säure mit anderen pflanzlichen Säuren verwechselt, so daß die krystallisirte Citronensäure und deren Darstellung erst 1784 durch Scheele beschrieben wurde.

Äpfelsäure. Der Äpfelsaft ist schon im 16. Jahrhundert zur Darstellung von Arzneimitteln gebraucht worden; auch berichtete Donald Monro 1767, daß der Äpfelsaft mit Natron ein eigenthümliches Salz bilde und Scheele zeigte 1785, daß der Saft der Stachelbeeren (*Ribes grossularia*), neben Citronensäure, noch eine andere Säure enthalte, welche ein in Wasser lösliches Kalisalz bilde. Vauquelin gab Veranlassung, daß die Eigenthümlichkeit der Äpfelsäure anerkannt wurde und Braconnot bewies 1818, daß die in dem Saft der Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) nachgewiesene Säure Äpfelsäure sei.

Gallussäure. Im Alterthum war schon die Eigenschaft des Galläpfelsafts, mit eisenhaltigen Substanzen eine schwarze Färbung zu geben, bekannt. Diese Eigenschaft kannte auch Paracelsus, und Libavius (von 1600) wußte, daß Galläpfelinctur Metalle mit verschiedener Farbe niederschlägt.

Daß viele Pflanzen den Stoff in sich schließen, welcher Eisenlösung schwärzt, wurde besonders gegen das Ende des 17. und zu Anfang des 18. Jahrhunderts bekannt.

Tachenius (1666) kannte bereits mehre solcher Pflanzen; auch Boyle nennt deren 12., indessen Bergman vermuthete zuerst (1775), daß in den adstringirenden Substanzen eine vegetabilische Säure enthalten sei. Scheele gab endlich 1785 die Methode an, den wässerigen Extract der Galläpfel der Luft auszusetzen und aus dem sich bildenden Bodensatz durch Umkrystallisiren reine Gallussäure darzustellen. Durch Berthollet's, Fourcroy's und endlich Berzelius' (1814) Versuche wurde die Gallussäure bestätigt und durch die letzteren Chemiker auch die Zusammensetzung derselben bestimmt. — Ein Unterschied zwischen der sublimirten und der eigentlichen Gallussäure wurde von Braconnot 1831 aufgefunden und von Pelouze bestätigt.

Die (zuerst als Tannin oder Gerbestoff benannte) Gerbsäure erwies Deheux (1703), genauer Seguin (1795) als einen eigenthümlichen Körper.

Honigsteinssäure. Des Honigsteins wird in mineralogischen Schriften schon im 16. Jahrhundert gedacht. 1797 wurde der eigenthümliche Honigstein zuerst durch Abich und Lampadius untersucht, und Klaproth entdeckte 1799, daß der Honigstein das Alaunerdesalz einer eigenthümlichen Säure sei, welche den vegetabilischen Säuren nahe komme.

Blausäure. Durch das Berlinerblau gelangte man zur Erkenntniß der Blausäure und des Cyans. Ueber die Entdeckung des Berlinerblau's wurde zuerst 1710 Kunde gegeben, genauere Auskunft jedoch über diese blaue Farbe durch Stahl 1731 geliefert. Nach ihm soll die Beobachtung dieser Farbe auf einem glücklichen Zufall beruhen. Ein Farbenkünstler Diesbach wollte *) Florentinerlack durch Niederschlagen eines Abfuds von Cochenille mit Alaun und etwas Eisenvitriol mittelst fixen Alkali's bereiten und benutzte dazu Kali, über welches mehre Male thierisches Del, zur Reinigung, destillirt worden war. Er erhielt, statt des erwarteten rothen Pigments, ein blaues. Jenes Kali hatte er von Dippel erhalten, der sein thierisches Del aus Blut darstellte, und so gelang denn die erste Darstellung des Berlinerblau's in der Weise, daß Alkali mit Blut calcinirt, und mit Eisenvitriollösung niedergeschlagen wurde.

Die Bereitung des Berlinerblau's, blieb indessen Geheimniß, bis sie der Engländer Woodward 1724 veröffentlichte. Nach dieser Vorschrift sollte man gleiche Theile Weinstein und Salpeter verpuffen lassen, das entstehende Alkali mit getrocknetem Rindsblut calciniren, auslaugen und mit der erhaltenen Flüssigkeit eine Lösung von Eisenvitriol und Alaun fällen; der dadurch sich bildende grünliche Niederschlag färbte sich auf Zusatz von Salzsäure blau. John Brown bewies in demselben Jahr, daß auch Fleisch mit Alkali calcinirt Blutlauge liefert, und St. J. Geoffroy that 1725 dar, daß außer Blut noch viele andere Körper zur Darstellung des Berlinerblaus anwendbar sind, namentlich Wolle und pulverisirtes, gebranntes Hirschhorn.

John Brown war, hinsichtlich der Ursache der blauen Farbe, 1725 der Ansicht, daß das Eisen in dem Vitriol die blaue Farbe veranlasse, das Rindsblut und das Alkali dienen nur dazu, die Eigenschaft des Eisens, blau zu färben, hervortreten zu lassen; Berlinerblau sei die Erde des Alauns, die durch einen Bestandtheil des Eisens blau gefärbt sei. Dieser Ansicht trat St. J. Geoffroy 1725 bei; er war der Ansicht, daß im Eisen sich ein erdharziger Bestandtheil befinde, welchem die blaue Farbe eigenthümlich sei. Er hielt ferner das mit Blut calcinirte Alkali für eine Art Seife, welche thierisches Del enthalte. Bei der Vermischung der Blutlauge mit der Lösung von Vitriol und Alaun vereinige sich die Säure dieser Salze mit dem zugesetzten Alkali, die Erden des Vitriols und Alauns fallen nieder, die letzteren gefärbt durch das Calciniren des Eisens, welches durch das thierische Del aufgenommen und mit dieser Erde verbunden worden sei &c.

St. J. Geoffroy stellte 1743 die Ansicht auf: Reines Alkali würde aus der Lösung von Vitriol und Alaun nur durch Eisenerde und Erde des Alaun's niederschlagen. Durch das Calciniren mit Blut mische man dem Alkali Brennbares zu; dieses reducire etwas Eisen bei der Fällung; das gefällte fein zertheilte Eisen sehe für sich schwarz aus, aber durch die Erde des Alaun's zertheilt, blau; die

*) 1710.

Zumischung von gelber Eisenerde mache den Niederschlag grün; diese Eisenerde werde durch die Salzsäure entfernt u.

Geoffroy erwähnt ferner, daß das Berlinerblau beim Erhitzen in verschlossenen Gefäßen flüchtiges Laugensalz entwickele und eine ähnliche Ansicht äußerte Menon 1747 und 1749. Diese Ansichten deuteten also darauf hin, daß das Alkali bei dem Calciniren mit Blut brennbare Bestandtheile aufnehme, phlogistisirt werde. Macquer führte diese Ansicht weiter aus und untersuchte 1752 die Bestandtheile des Farbmateriäls und beschrieb auch, wie das Alkali auf das Eisen einwirkt. Er fand, daß dabei Eisenkalk zurückbleibt, und daß das Alkali eine Substanz aufnimmt, die es zum Theil neutralisirt; wenig Alkali mit überschüssigem Berlinerblau gekocht, wurde neutral, und die Flüssigkeit fällte Eisenslösung blau.

Macquer zeigte ferner noch, daß der Alaun und die in ihm enthaltene Erde zur Bildung des Berlinerblau's nicht beitragen; er erklärte dieses Pigment für Eisen, welches durch einen besondern Stoff blau gefärbt sei; dieser Stoff sei brennbarer Natur, phlogistonartig.

Das auf diese Weise erhaltene phlogistisirte Alkali (das Blutlaugensalz) wurde lange Zeit für eisenfrei gehalten. Beaumé machte aber 1773 darauf aufmerksam, daß die nach Macquer's Vorschrift erhaltene Flüssigkeit eisenhaltig sei und gab an, daß sie auf Zusatz von Essig einen sich bläuenden Niederschlag bilde. Berthollet that endlich 1787 dar, daß das reine nach Macquer's Verfahren bereitete Blutlaugensalz als wesentlichen Bestandtheil Eisen enthält. — Sage (1772) und Bergman (1775), erwähnen zuerst, daß dieses Salz, das Kalium-eisenchyanür oder Ferrochankalium oder gelbe Blutlaugensalz, in fester Gestalt sich darstellen läßt.

Scheele gab 1784 an, daß dieses Salz durch starken Weingeist aus seiner Auflösung fällbar sei. Meyer in Osnabrück zeigte schon 1764, daß statt des Kalis zur Bereitung des phlogistisirten Alkalis aus Berlinerblau auch flüchtiges Alkali dienen könne; die dadurch entstehende Verbindung (Ammonium-eisenchyanür) wurde als flüchtige Blutlange bezeichnet.

Der dem Berlinerblau eigenthümliche Körper wurde bis dahin meist als ein verbrennlicher oder phlogistonartiger Körper betrachtet. Sage hielt diesen Stoff (1772) für Phosphorsäure; Guyton de Morveau und Bergman (1775) hielten denselben ebenfalls für eine Säure. 1784 erklärte Westrumb die Blutlange für eine Mischung aus einem thierischen Del, einer besondern Substanz und einer Säure, die an das Alkali gebunden sei und 1786 behauptete er, der eigenthümliche färbende Stoff der Blutlange sei eine Verbindung von Phosphorsäure, flüchtigem Alkali und Phlogiston. Diese Ansicht fand in Deutschland, so lange das phlogistische System sich hielt, Anhänger, und bis Scheele (1782 und 1783) fand, daß das färbende Princip der Blutlange oder des Blutlaugensalzes sich isoliren läßt, wenn man diese Körper mit Schwefelsäure destillirt; er zeigte, daß hierbei eine Lustart übergeht, welche entzündlich ist, vom Wasser absorbirt wird,

und den Eisenkalk, der sich auf einem erst mit Eisenvitriollösung und dann mit Alkali benetzten Papier befindet, blau färbt. Dieser Körper erhielt die Benennung „Berlinerblausäure“, abgekürzt Blausäure (nach Bergman *acidum coerulei berolinensis*, nach Gupton de Morveau *acide prussique*, Hermbstädt *zootische Säure*).

Scheele schloß aus diesen Beobachtungen, daß die gasförmige Blausäure bei der Verbrennung Luftsäure (Kohlensäure) gibt, daß die blausauren Salze bei der Destillation flüchtiges Alkali geben, und daß vegetabilische Kohle und Alkali nicht für sich, wohl aber wenn Salmiak auf sie in der Hitze einwirkt, Blutlauge bilden, die Blausäure bestehe aus flüchtigem Laugenalz und Kohlenstoff. —

Bei dieser Untersuchung entdeckte Scheele auch das Cyanquecksilber, indem er Berlinerblau mit Quecksilberoxyd kochte. Er erhielt ferner Cyanammonium, indem er das mit Berlinerblau digerirte Ammoniak destillirte u. Er scheint auch schon vermuthet zu haben, daß in dem Berlinerblau verschiedene Eisenkalle (verschiedene Oxydationsstufen des Eisens) enthalten sind und daß in der Macquerschen Blutlauge Eisenkalk enthalten ist.

Berthollet dehnte diese Untersuchungen weiter aus und bewies, daß in dem sog. phlogistisirten Alkali (dem Kaliumeisencyanür) neben Blausäure und Alkali auch Eisen enthalten ist, daß Chlor bei seiner Einwirkung auf Blausäure Salzsäure bildet und daß eine andere flüchtige Verbindung von durchdringendem Geruch entsteht, die er für oxydirte Blausäure hielt. Er fand als Zersetzungsproducte der blausauren Salze Ammoniak und Kohlensäure und betrachtete hiernach die Blausäure als aus Stickstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff zusammengesetzt. Berthollet vermuthete richtig, die Blausäure enthalte keinen Sauerstoff u.

Baouelín und Fourcroy entdeckten bald darauf, daß sich Blausäure bei der Behandlung vieler organischer Stoffe mit Salpetersäure bildet und der Letztere schloß hieraus, die Salpetersäure liefere hierbei den Sauerstoff als einen der zur Entstehung der Blausäure, nothwendigen Bestandtheile. Berthollet (1803) ließ die Frage unentschieden, nahm aber doch an, daß die Blausäure keinen Sauerstoff enthalte.

Nach Berthollet tritt der Wasserstoff des Wassers an die Verbindung von Kohle und Stickstoff und bildet Blausäure nebst etwas Ammoniak, und der Sauerstoff des Wassers oxydirt einen andern Theil Kohle zu Kohlensäure.

Ebenfalls 1803 verkündete Curandan, daß auch er das mit thierischen Substanzen calcinirte Alkali als eine Verbindung von Kohlenstoff und Stickstoff mit Alkali, welche mit Wasser in Berührung dieses zersetze und Blausäure bilde, betrachte. Die Blausäure selbst (die Verbindung aus Kohlenstoff, Stickstoff und Wasserstoff) sei aber, nach seiner Ansicht, keine Säure, sondern ein Radical, welches unter der Einwirkung von Metalloxyden durch den Sauerstoffgehalt derselben erst zu einer Säure werde. — Das Radical bezeichnete er als „Prussire“.

Proust erwies 1799, daß die niedrigste Oxydationsstufe des Eisens durch Blutlaugensalz weiß niedergeschlagen wird und daß der Niederschlag sich erst blau

färbt, wenn das Eisen sich höher oxydirt. Berthollet behauptete dagegen, jener weiße Niederschlag könne auch ohne Aufnahme von Sauerstoff sich blau färben. Proust zeigte 1806, daß das Eisenoxydul aus dem Blutlaugensalz die Blausäure nicht verläßt, wenn sie durch Wahlverwandtschaft auf eine andere Basis übertragen wird, und daß es auch in dem Berlinerblau enthalten ist. Er erklärte auch, die Blausäure sei eine Verbindung von Kohlenstoff, Stickstoff und Wasserstoff.

Franz von Sttner, Professor der Chemie und Mineralogie zu Freiburg im Breisgau (gestorben 1821, 35 Jahre alt) erhielt 1809 die wasserfreie Blausäure in Gasform; er schloß aus der Zersetzung der wässerigen Blausäure, welche in stickstoffhaltige Kohle und Ammoniak zerfalle, daß ihre Bestandtheile Stickstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff seien. Er betrachtete die Verbindungen des Eisenoxyduls mit Blausäure und andern Basen als Doppelsalze. Er setzte auch die giftigen Eigenschaften der Blausäure außer Zweifel. — Hier mag beiläufig bemerkt werden, daß Bohm in Berlin 1802 die Blausäure im Bittermandelwasser nachwies, was durch Gehlen und Schrader bestätigt wurde. — Nach Dioskorides und anderen Schriftstellern des Alterthums sollen die Alten die giftige Wirkung der bitteren Mandeln auf Thiere gekannt haben. — Poli lehrte 1713 aus Kirschlorbeerblättern ein betäubendes flüchtiges Del bereiten.

H. Porret behauptete, der bereits von Berthollet angedeuteten Ansicht zufolge, daß die sog. blausauren Doppelsalze, welche Eisenoxydul enthalten, als einfache Salze zu betrachten seien, deren Säure aus den Bestandtheilen der Blausäure und aus Eisenoxydul zusammengesetzt sei. Diese Säure nannte er Ferruretted-Chyazic-Acid. Ferner sagte er, ebenso wie das Eisenoxydul habe auch der Schwefel das Vermögen, mit den Bestandtheilen der Blausäure eine stärkere Säure zu bilden; das Product dieser Vereinigung, die Schwefelblausäure, nannte er Sulphuretted-Chyazic-Acid.

Diese Säure wurde durch Porret bestimmter bekannt, wiewohl schon früher namentlich von Winterl (1790) beobachtet worden war, daß blausaure Salze unter gewissen Umständen die Eigenschaft erhalten können, Eisenoxydlösungen roth zu färben. — Porret erhielt die Schwefelblausäure zuerst 1801, als er Schwefelsäure und Berlinerblau miteinander kochte. Er fand, daß sich hierbei ein Körper bildet, aus welchem durch oxydirende Mittel wieder Blausäure entsteht und nannte ihn 1809 prussous acid (blauige oder desoxygenirte Blausäure). 1814 bestimmte er ihre quantitative Zusammensetzung richtig, konnte aber ebensovienig, wie Grotthuß, welcher die Säure Anthrazothionsäure (ἀνθραξ, Kohle, Azot und θείον, Schwefel) nannte, quantitativ bestimmen, sondern dieses gelang erst Berzelius im Jahr 1820.

Gay-Lussac, welcher die reine Blausäure schon 1811 in tropfbar-flüssigem Zustande dargestellt, und ihre physikalischen Eigenschaften untersucht hatte, veröffentlichte 1815 seine Analyse der Blausäure und behauptete, sie sei die Wasserstoffsäure eines zusammengesetzten Radicals, welches er Cyanogène (von κύανος,

blau und γέννω, ich erzeuge) nannte; die bis daher als wasserfreie blausaure Salze betrachteten Körper seien Verbindungen jenes Radicals mit Metallen. Er lehrte das Cyan isoliren und erwies, daß der von Berthollet bei Einwirkung des Chlors auf Blausäure erzielte Körper Chlorcyan sei.

Später (1819) erwies Berzelius, daß sich alle eisenhaltigen blausauren Salze als Doppelcyanüre betrachten lassen. — 1821 entdeckte Wöhler das Sodcyan; ferner 1822 die Cyansäure, deren Existenz schon Bauquelin vermuthet hatte. In demselben Jahr entdeckte L. Gmelin das rothe Blutlaugensalz oder das rothe Cyaneisenkalium (Ferridcyankalium) und die aus demselben sich ableitenden Verbindungen, 1823 condensirte Faraday das Cyan. In demselben Jahr vertheidigte Gay-Lussac auch die Ansicht, in den schon länger bekannten eisenhaltigen Cyansalzen (den Ferrocyanverbindungen) sei eine eigenthümliche eisenhaltige Säure enthalten, die er als die Wasserstoffsäure eines zusammengesetzten Radicals, des Cyanoferre, betrachtete.

Im Jahre 1815 zerlegte derselbe Chemiker von den Verbindungen des Cyans mit Schwefelwasserstoff die mit dem kleineren Antheil Schwefelwasserstoff; die mit dem größern wurde 1823 durch Wöhler entdeckt. In demselben Jahr entdeckte Zeise die Verbindung von Schwefelcyanwasserstoff und Schwefelwasserstoff, anno 1829 isolirte Liebig das Schwefelcyan und untersuchte die Zersetzungsproducte desselben u.

Im Jahr 1822 untersuchte Liebig das 1800 von Howard entdeckte detonirende Quecksilber-Präparat, (Knallquecksilber), welches man durch Behandlung des Quecksilbers mit Salpetersäure und Weingeist erhält, sowie das 1802 von Brugnatelli auf ähnliche Weise bereitete Knallsilber; er erkannte diese Präparate als Salze einer besonderen Säure, welche er Knallsäure nannte, deren Zusammensetzung Gay-Lussac 1824 genauer ermittelte. Es resultirte dieselbe Zusammensetzung, wie sie Wöhler 1822 für Cyansäure gefunden hatte.

Liebig vermuthete 1825, die Cyansäure möge weniger Sauerstoff enthalten, was Wöhler indessen in demselben Jahr widerlegte, und Liebig selbst bestätigte 1826, daß das knallsaure und das cyansaure Silberoxyd gleich zusammengesetzt sind. — 1817 entdeckte Serullas das feste Chlorcyan, ermittelte 1828 dessen Zusammensetzung und bewies, daß es durch Erhitzen mit Wasser eine Verbindung des Cyans mit Sauerstoff bildet. Wöhler that 1829 dar, daß die von Serullas entdeckte Säure auch bei der Destillation von Harnsäure und beim Erhitzen des Harnstoffs erhalten werde. — Nach Serullas Angabe wurde die Säure als Cyansäure und die von Wöhler als cyanige Säure bezeichnet. — 1830 fanden Liebig und Wöhler daß beide Säuren dieselbe Zusammensetzung haben, ermittelten die Beziehungen zu einander, und es wurde der früher als Cyansäure bezeichnete Säure wieder so benannt, während man die zuerst von Serullas aufgefundenen Säure den Namen: „Cyanursäure“ beilegte.

Ein Weiteres über diese Gegenstände, sowie überhaupt über die organischen

Säuren gehört der neueren Zeit an und kann hier nicht berührt werden; es mag nur noch hinzugefügt werden, daß, obgleich die Harnsteine schon durch Paracelsus von chemischem Gesichtspunkte aus betrachtet wurden, doch erst Scheele (1776) und Bergman genauere Beobachtungen anstellten; Ersterer eine neue feste Säure in den Harnsteinen annahm, welche Blasensteinsäure genannt wurde, wofür Pearson 1797 den Namen uric oxide und Fourcroy 1799 acide urique (Harnsäure) vorschlug.

Ferner mag noch Erwähnung finden, daß der Harnstoff, dessen Existenz schon Rouelle vermuthete, 1799 durch Fourcroy und Bauquelin bekannt, und die künstliche Darstellung desselben 1828 durch Wöhler ermittelt wurde.

f. Alkaloide oder organische Basen.

Schon in früherer Zeit war in manchen stark wirkenden, pflanzlichen Substanzen ein eigenthümlicher Bestandtheil angenommen worden, welcher die Ursache der charakteristischen Wirkungen jener Substanzen sei, aber es wurden dennoch bestimmte Resultate nicht erzielt; einigermaßen günstige erreichte zunächst Fourcroy 1791, indem er in der Chinarinde einen von dem gewöhnlichen abweichenden harzigen Extractivstoff unterschied, welchen Bauquelin 1806 bei seiner Untersuchung der verschiedenen Arten von Chinarinde noch reiner darstellte, während er gleichzeitig auch die Eigenthümlichkeit der Chinasaure erwies.

1811 stellte Gomes, angeblich, aus dem geistigen Extract der Chinarinde, durch Auswaschen mit Wasser, Abdampfen der Flüssigkeit und Behandlung des zweiten Extracts mit Kalilösung, einen in Alkohol löslichen krystallisirbaren Körper, dar, welchen er Cinchonin nannte.

Diese wenigen Vorarbeiten waren jedoch von keiner Bedeutung für die Zukunft, erst Sertürner war es vorbehalten, die Existenz der pflanzlichen Basen durch seine Arbeiten über die Bestandtheile des Opiums zu erweisen, wenn man auch früher wirklich schon die betäubenden Eigenschaften des genannten Pflanzen-Extracts, dem einen oder anderen Bestandtheil desselben zugeschrieben hatte; so reden z. B. mehre Chemiker des 18. Jahrhunderts auch von einem krystallisirten Salze, welches in dem Opium enthalten sein solle; jedoch wurde ein solcher salzartiger Körper in dem Opium nicht bestätigt.

Der Apotheker Derosne veröffentlichte 1803 eine Untersuchung des Opiums, aber die dadurch erzielten Resultate verbreiteten nicht gehöriges Licht. Im Jahr 1805 führte Sertürner eine Analyse des Opiums aus, welche 1806 veröffentlicht wurde. Durch diese Untersuchung lehrte er die Mohn- oder Opiumsäure (Meconsäure) als eine eigenthümliche vegetabilische Säure kennen und führte als ausgezeichnete Eigenschaft derselben an, daß sie Eisenoxydsalze röthe, ohne einen Niederschlag damit zu geben; er erhielt diese Säure, indem er den Opium-Extract mit Ammoniak übersättigte, essigsaures Bleioxyd oder Barytwasser zusetzte und den entstandenen Niederschlag mit Schwefelsäure zerlegte. Ferner entdeckte

er im Opium einen eigenthümlichen krystallisirbaren Körper, welcher mit Säuren salzartige Verbindungen einzugehen schien. Er war der Ansicht, daß dieser Körper an Mohnsäure gebunden sei und die eigenthümlichen Wirkungen des Opiums verursache; er nannte jenen Körper schlafmachenden Stoff (*principium somniferum*). Indessen die Aufmerksamkeit der Chemiker wurde lange Zeit von diesem Gegenstande abgezogen und namentlich mehr auf die damals publicirten Arbeiten über die Zerlegung der anorganischen Alkalien gelenkt; erst 1814 wurde eine Abhandlung über das Opium, von Seguin verfaßt, veröffentlicht, welche dieser Chemiker der Akademie zu Paris schon zu Ende des Jahrs 1804 vorgelegt hatte.

Seguin hatte gefunden, daß ein wässeriger Auszug des Opiums mit Alkalien einen Niederschlag gebe, welcher aus seiner Auflösung in Alkohol krystallisirte, dem Alkohol die Eigenschaft mittheile, Beilchen schön grün zu färben, sich in Säuren löse und durch Alkalien wieder ausgefällt werde. — Dieser krystallinische Körper wurde von ihm, ohne besondere Hervorhebung der alkalischen Eigenschaften, als eine neue *matière végétale-animale* (stickstoffhaltige), *toute particulière*, bezeichnet. Er glaubte, dieser Körper sei im Opium an eine besondere Säure, die er *acide de l'opium* nannte, gebunden, war aber im Zweifel, ob sie nicht etwa Äpfelsäure sei.

Besonders zog jedoch Sertürner die allgemeine Aufmerksamkeit auf die organischen Basen durch eine Abhandlung „über das Morphin, eine neue salzfähige Grundlage, und die Meconsäure, als Hauptbestandtheile des Opiums“, welche 1817 veröffentlicht wurde. Sertürner fällte aus einem, mittelst Wassers, oder besser, verdünnter Essigsäure bereiteten Opium-Auszuge, durch Ammoniak das Morphin und reinigte dasselbe unter Anwendung von Alkohol, that dessen basische Eigenschaften dar und erklärte es für ein wahres Alkali, welches sich dem Ammoniak anschließe.

Sertürner untersuchte auch die Meconsäure genauer und führte an, daß sie durch Sublimation sich reinigen lasse, wiewohl Pelletier und Robiquet 1835 fanden, daß hierbei eine andere Säure entsteht. — Den krystallisirbaren Körper, welchen Derosne erzielt haben wollte, hielt er für basisch-meconsaures Morphin. Letztere Ansicht wurde jedoch noch in demselben Jahr durch Robiquet widerlegt, indem derselbe die Existenz zweier verschiedener basischer Körper im Opium nachwies, von denen der eine, nach Sertürner, Morphin (auf Gay-Lussac's Vorschlag, Morphin), der andere Narfotin genannt worden ist.

In Folge dieser bekannt gewordenen Entdeckung Sertürner's, arbeiteten viele Chemiker an der Auffindung vegetabilischer Salzbasen, und namentlich machten Pelletier und Caventou in dieser Beziehung sich sehr verdient; sie entdeckten 1818 das Strychnin, 1819 das Brucin, gleichzeitig mit Meißner, das Veratrin, 1820 das Chinin und Cinchonin, untersuchten dann auch zuerst, gemeinschaftlich mit Dumas (1823) die quantitative Zusammensetzung verschiedener Basen mit größerer Genauigkeit.

Die Entdeckung der übrigen organischen Basen, namentlich der im Thierreich aufgefundenen, so wie die Darstellung künstlicher Alkaloide gehört der neueren Zeit an und findet sich in jedem guten größeren Lehr- und Handbuche aufgeführt; es müssen daher solche jüngeren Schöpfungen als bekannt angenommen werden, und es sind dieselben in solchen Werken, welche unsere Wissenschaft der Neuzeit behandeln, zu suchen. Ebendasselbe kann von den Theorien, welche über die Constitution der organischen Basen oder Alkaloide, namentlich von Berzelius und Liebig aufgestellt worden sind, gesagt werden; nur mag in dieser Beziehung hier kurz Erwähnung finden, daß die organischen Basen entweder, nach der Ansicht von Berzelius, als gepaarte Ammonbasen (Paarlingstheorie s. S. 227.), in denen die basische Natur von dem darin enthaltenen Ammon oder Ammoniak (NH_3) abhängig ist, sich betrachten lassen, oder, nach der zuerst von Liebig geschaffenen und ausgesprochenen Theorie, als Verbindungen anzusehen sind, welche durch das Amidogen (NH_2), als ein basenbildendes Radical mit Wasserstoff oder den ihm analogen Materien erzeugt werden; oder daß sie endlich, nach einer dritten Theorie, substituirtes Ammoniumoxyd (NH_4O) oder Ammoniak (NH_3) sind, in denen der Stellvertreter von einem oder mehreren Aeq. Wasserstoff ein Alkoholradical oder ein Basyl sein kann, und hiernach als substituirtes Ammoniumoxyd; einfach substituirtes Ammoniak oder Amidbasen; doppelt substituirtes Ammoniak oder Imidbasen und dreifach substituirtes Ammoniak oder Nitrilbasen unterschieden wurden.

g. Proteinstoffe.

(Blutbilder oder eiweißartige Stoffe.)

Schon Plinius hat in seiner *Historia naturalis* (Bd 2. Lib. XI. Cap. 90) de sanguinis consideratione geschrieben und sagt dort 3. B.: „Sanguis quibus multus et pinguis, iracunda: maribus, quam feminis, nigrior: et juventae magis, quam senio: et inferiore parte pinguior. Magna et in eo vitalitatis portio. Emissus spiritum secum trahit: tactum tamen non sentit. Animalium fortiora, quibus sanguis crassior: sapientiora, quibus tenuior: timidiora, quibus minimus, aut nullus. Taurorum celerrime coit atque durest, ideo pestifer potu maxime. Aprorum, ac cervorum, caprearumque, et bubalorum omnium non spissatur etc. etc.“

Auch in den folgenden Kapiteln ebendesselben Buches gedenkt Plinius weiterer Eigenschaften des Bluts und spricht ferner dort (Lib. XI. Cap. 96)*) über Milch und Käse. Viele Jahrhunderte später untersuchte R. Boyle, wie bereits Thl. I. S. 78 u. 79 erwähnt worden ist, unter Anderen, den Einfluß der Wärme, Säuren, Alkalien auch Eiweiß, Blut, Milch u. s. w., genauer, und er legte durch seine von Vorurtheilen freien Untersuchungen einen festen Grund zu weiteren Forschungen. Er nahm, wie ebenfalls Bako von Berulam schon beobachtet hatte, wahr, daß Eiweiß mit Weingeist geschlagen, gerinne, daß dasselbe, ebenso wie Blutwasser, über glühendem Kohlenfeuer, wie Blutwasser (s. Boyle's *Natural history of human blood*) von Vitriolöl (Schwefelsäure), Kochsalzgeist,

*) So 3. B. in dem bezeichneten Kapitel der Plinii *Hist. nat.*: „Cameli lac habent, dona iterum gravescant. Suavissimum hoc existimatur ad unam mensuram tribus aquae additis. Bos ante partum non habet. Ex primo semper a partu colostrum fiunt: quae, ni admisceatur aqua, in pumicis modum coeunt duritia. Asinae praegnantibus continuo lactescunt. Pullis earum, ubi pingue pabulum, biduo a partu maternum lac gustasse, letale est. Genus mali vocatur colostratio. Caseus non fit ex utrinque dentatis, quoniam eorum lac non coit. Tenuissimum camelis, mox equis: crassissimum asinae, ut quo coaguli vice utantur.“

auch so wie Milch und Blut, von anderen Säuren gerinne. Er bestätigte endlich, daß das Blut unter der Einwirkung der Luft eine höhere rothe Farbe annimmt u. Aber alle diese Beobachtungen über die eiweißartigen Stoffe und deren Abkömmlinge bezogen sich nur auf das Verhalten gegen Wärme und gewisse chemische Agentien. Von einer genaueren Kenntniß der Zusammensetzung und Beschaffenheit des Eiweißes, Fibrins und Caseins konnte, selbstverständlich, erst in dem quantitativen Zeitalter die Rede sein.

Ueber die Constitution dieser näheren Stickstoff-, Schwefel- und Phosphorhaltigen, durch einen großen Atomen-Complex verwickelt zusammengesetzten Grundbestandtheile der Thier- und Pflanzenkörper: das Albumin, Fibrin und Casein, welche in den ersteren in einer so reichen Menge vertreten sind, und von denen das Casein der Pflanzen als Legumin bezeichnet worden ist, suchten vorzugsweise die nachstehenden Chemiker Licht zu verbreiten.

Prout (Annales de Chymie et de Physique 10; 29); Brande (Gilbert's, Annalen 64; 354); Braconnot (ebendasselbst 35; 139; Mag. für Pharmacie 18; 39); Berzelius (dessen Lehrbuch 9; 31, 678; Poggendorff's Annalen 10; 247); L. Gmelin (dessen Handbuch 2; 1040 und 1049); Mulder (Journ. für prakt. Chemie 16; 133, 137; 19; 189; 20; 340. 31; 281. Bulletin de Neerlande 1839, 10. — Poggendorff's Ann. 37, 594 und 40; 271. — Annalen der Pharmacie: 40; 44); Liebig (Annalen der Pharmacie 39; 129, 145, 146); Barrentrapp und Will (ibid 39; 291, 292); Scherer (ibid 40; 8, 10, 11, 35; 44); Denis (ibid 40; 11); Dumas und Cahours (Journal für prakt. Chemie 28; 415, 430, 432); Wurtz (ibid 32; 501 u. 503); Letellier (Comptes rendus 11; 877); Jones, Fleitmann, Simon, Schloßberger und Andere.

Obgleich die Untersuchungen der hier genannten Chemiker nähere Aufklärung über die Zerlegung und Zusammensetzung der eiweißartigen Stoffe gaben, auch die große Ähnlichkeit und Uebereinstimmung des im thierischen Körper vorhandenen Albumins (Eiweißstoffs), Fibrins (Faserstoffs), und Caseins eingesehen worden war, selbst später erwähnt wurde, daß analoge Körper im Pflanzenreiche vorhanden seien, so war es doch zunächst Mulder, welcher die Identität der eiweißartigen Stoffe des thierischen Körpers, mit denen des Pflanzenreichs, dem vegetabilischen Albumin, Fibrin und Casein, (Letzteres wegen des hauptsächlich Vorkommens in den Hülsenfrüchten, aus der Familie der Leguminosen, Legumin genannt) nachzuweisen suchte, und der genannte Chemiker war es, welcher dadurch zu vielfachen, Untersuchungen, über diese für das organische Reich höchst wichtigen Verbindungen Veranlassung gab.

Mulder suchte nämlich die Uebereinstimmung dieser animalischen und vegetabilischen Stoffe dadurch zu erklären, daß er in denselben ein gemeinsames quaternäres Radical annahm, welches er, wegen ihrer außerordentlichen Wichtigkeit für das Dasein der lebenden Individuen, als „Protein“ (von πρωτος, (Erster, Vorzüglichster; — πρωτεύω, ich bin der Erste) bezeichnete. Mulder wollte dieses vermeintliche von Schwefel und Phosphor freie Radical ($C_{40} O_5 H_{21} O_{12}$;

später $C_{36} H_{25} N_4 O_{10}$) der eiweißartigen oder nach ihm benannten Protein-
stoffe durch Digestion derselben mit verdünnter Kalilauge und Fällen des gelösten
Stoffs, mittelst Essigsäure, in Form eines gelatinösen, grauen, flockigen Nieder-
schlags, welcher zu einer gelblichen, hornartigen Substanz zusammentrocknet, dar-
gestellt haben. — Seiner Ansicht zufolge, mußten die eiweißartigen Stoffe aus
diesem Radical durch Vereinigung mit Schwefel und Phosphor entstehen. Jedoch
wurde die Existenz einer solchen schwefelfreien Verbindung durch Liebig's*), (s.
Annalen der Chemie und Pharm. Bd. 57; Jahrgang 1846.) Laszkowski's**),
Fleitmann's und Anderer Versuche, sehr bald bezweifelt, bestritten und wider-
legt, mithin auch die ganze Proteintheorie ihrer eigentlichen Basis beraubt. —
Es konnten folglich die eiweißartigen Stoffe, da alle anderweitig erzielten Resul-
tate gegen ein schwefelfreies Protein sprachen, nicht mehr als Verbindungen
eines solchen Radicals angesehen werden, und selbst Mulder, welcher zu Anfang
gegen seine Gegner sehr heftig auftrat, erkannte deren Angaben, nachdem Fleit-
mann***), den Schwefelgehalt jenes vermeintlichen Proteins wiederholt bestimmt
hatte, an†), wiewohl dennoch unter dem Schutze der allgemeinen Radicalen-
Theorie, die eiweißartigen Stoffe als Protein-Verbindungen bezeichnet wurden.
Weit passender indessen erhielten sie später die Benennung „Blutbilder“, weil man sie
als die für die Bildung des Bluts im thierischen Organismus allein wichtigen
Substanzen erkannte, weshalb sie später von Seiten Liebig's und Anderer als
plastische††) Stoffe bezeichnet wurden.

Die Formel des Proteins, lautete nach Mulder's erster Annahme, wie
erwähnt: $C_{40} N_5 H_{31} O_{12}$, und er stellte hiernach folgende Bildungsstufen, über
die Vereinigung mit Schwefel und Phosphor, der bekanntesten der natürlich vor-
kommenden Proteinkörper auf:

KrySTALLIN (frühere Bezeichnung für die eiweißartige Hauptsubstanz der Kry-
stalllinse des Auges): = 15 Aeq. Protein ($C_{40} N_5 H_{31} O_{12}$) + 1 Aeq. Schwefel.

CASEIN (Käsestoff der Kuhmilch) = 10 Aeq. Protein + 1 Aeq. Schwefel.

Pflanzenleim = 10 Aeq. Protein + 2. Aeq. Schwefel.

Albumin der Eihühnereier = 10 Aeq. Protein + 1 Aeq. Schwefel + 1
Aeq. Phosphor.

Fibrin (thierischer Faserstoff) = 10 Aeq. Protein + 1 Aeq. Schwefel +
1 Aeq. Phosphor.

Albumin des Bluts = 10 Aeq. Protein + 2 Aeq. Schwefel + 1 Aeq.
Phosphor.

Es mag ferner noch berührt werden, daß spätere Annahmen, in Folge aus-

*) Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. 57. S. 132; Jahrgang 1846.

**) ibid. Bd. 58. S. 129 u. d. folgenden.

***) Dr. phil. Fleitmann, Director und Inhaber einer chemischen Fabrik (behufs der
Mittel-Darstellung) zu Herbolzheim.

†) Chemische Untersuchungen von J. G. Mulder, Frankfurt 1847.

††) Von τὸ πλάσμα, Bildwerk oder πλάσσειν bilden, gestalten.

geführter Analysen, zu sehr complicirten Formeln der eiweißartigen Stoffe führten und die nahe Uebereinstimmung der eiweißartigen Stoffe des Thier- und Pflanzenreichs bestätigten; so z. B. wurde für das vegetabilische Eiweiß die Formel: $C_{216} N_{27} S_2 H_{169} O_{66}$ (nebst einem Gehalt an phosphorsauren Salzen) aufgestellt, und für das Albumin der Hühnereier wurden, anstatt 2 Aeq. Schwefel, deren 3, und, anstatt 27 Aeq. Stickstoff, deren 36, übrigens aber die Qualitäten und Quantitäten übereinstimmend angenommen. Die Formel für Pflanzenfibrin entsprach der des Blutalbumins; die für Blutfibrin: $C_{298} N_{40} S_2 H_{228} O_{92}$, (außer phosphorsauren Salzen) und endlich die für animalisches und vegetabilisches Casein: $C_{288} N_{36} S_2 H_{228} O_{90}$ (nebst phosphorsauren Salzen).

Die übrigen zu Tage geförderten allgemeinen Ansichten über die Constitution dieser höchst wichtigen Körper gehören der jüngsten Zeit an. Indessen will der Verfasser zum Schluß, kurz zusammengefaßt, der früheren Darstellungsmethode der wichtigsten eiweißartigen Stoffe gedenken, wenigstens erwähnen, daß Bracconot das Legumin oder den Pflanzentäsestoff aus Bohnen oder Erbsen durch Maceration mit warmem Wasser, Zerreiben der erweichten Samen, Trennung vom Stärkemehl, Behandlung der Legumin-Lösung mit Salpetersäure darstellte, indem er das dadurch gefällte Legumin durch Kochen mit Weingeist und schwach Ammoniakhaltigem Weingeist von Chlorophyll befreite; Liebig dagegen Essigsäure zum Fällen, Aether und Weingeist zum Reinigen benutzte; Cahours und Dumas, zu demselben Behuf von dem fetten Del befreite Mandeln anwandten, das Legumin durch Essigsäure fällten und nun auch Eiweiß erhielten, und Berzelius den Käsestoff der Milch mittelst Baryt abschied.

Was das Albumin betrifft, so wurde es Liebig und Anderen sehr bald möglich, durch das Verhalten desselben gegen die allgemeinen Lösungsmittel Weingeist, Ammoniak, Aether u., sowohl das Pflanzeneiweiß, als auch das Thieralbumin rein darzustellen. — Nach Berzelius' zur Zeit ausgesprochener Ansicht, gibt der rohe Kleber, welcher beim Behandeln der Getreide-Samen mit Wasser, Absetzen des Stärkemehls zurückbleibt, an kochenden Weingeist den Pflanzenleim ab, während der größte Theil ungelöst bleibt. Dieser in Weingeist unlösliche Theil (Gmelin's Kleber) wurde von Berzelius für Pflanzenalbumin, von Liebig, Dumas und Cahours für Pflanzenfibrin gehalten. — Denis zeigte zuerst, daß das venöse Fibrin sich in Salpeterwasser löst, während das arterielle darin unlöslich ist, und diese Beobachtung wurde durch Scherer bestätigt u. — Ueber diese Andeutungen hinaus, würde ein Weiteres zu sehr in die jüngste Zeit fallen, auch zum Theil mit den heutigen Ansichten übereinstimmen, also außer dem Bereich der eigentlichen Geschichte der Wissenschaft liegen.

h. Cyanverbindungen.

Der Cyanverbindungen wurde, so weit es der Raum und Zweck gestattete, Seite 574—577, unter dem Artikel: „Blausäure“ gedacht, weshalb der Verfasser darauf zu verweisen sich veranlaßt sieht.

Alphabetisches Register.

Namen- und Sachregister.

A.

- Abdelmelek = Abu = Merwan = Ebn = Zohr 26.
 Abu = Hafi = Ebn = Abdallah = Abnufina 26.
 Abu = Ben = Jussuf = Ebn = Attaffin 26.
 Abu = Elhalid = Mahamed = Ebn = Achmed Moħamed = Ebn = Roschid 26.
 Abu = Muffa = Dischafar = al Sofifi 24.
 Abul = Casem. 27.
 Acetal 560.
 Aceton 566.
 Achard 376. 534.
 Acidum primigenium 86.
 Adepten 260.
 Adipocire 537.
 Aeneas Gazäos 261.
 Aepfelsäure 571.
 Äquivalent (Äquivalent = Gewicht) 583. 305.
 Äquivalentgewichts = Zahlen in Tabellen 299. 300. 301. 302. 303.
 Äquivalent = Volumen 310.
 Aesculap 452.
 Äthäl 538.
 Äther 553.
 Ätherarten 545. 557.
 Ätherin 557.
 Ätherol oder Weinöl 559.
 Ätherschwefelsäure 559.
 Äther = Theorien 555.
 Äthiops martis 453.
 Äthiops mineralis 475.
 Äthyloxyd 557.
 Äthyloxydhydrat 557.
 Äthiopsalzen 332.
 Äthiops 430.
 Agricola 7. 49. 368. 464. 512.
 Agrippa G. C. 42.
 Affinitäts = Lehre 267.
 Alabaster 16.
 Alaun 16. 45. 435.
 Alaunerde 435.
 Albertus Magnus 7. 30. 32. 33.
 Albrecht II. 32.
 Albufajes 27.
 Albumin 582. 583. 584.
 Alchemie 8. 20. 261.
 Alchemisten 26.
 Aldehyd 560.
 Alembik 31.
 Alembrothsalz 478.
 Alexandriner 41. 260.
 Alexandrinos Steph. 261.
 Algarotpulver 495.
 Algarotus 495.
 Alkahest 266.
 Alkali 411.
 Alkalien 332.
 Alkalioide 578.
 Alkohol 547.
 Allen, Benjamin 432.
 Almamon 24.
 Almanfur 24.
 Almotafem 24.
 Alumen 16. 435.
 Aluminiumoxyd 434.
 Al = Basir = Abu = Merwan = Abdelmelech = Ebn = Zohr 26.
 Alzaharavius 27.
 Amalgam 478.
 Amalgama 478.
 Ameisensäure 570.
 Ameisensäure = Äther 558.
 Ametalle 351.
 Amidbasen 580.
 Amidogen 580.
 Ammermüller 312. 407.
 Ammoniak 423.
 Ammoniaksalze 424.
 Ammonium 422.
 Ammoniumoxydsalze 424.
 Ammoniumsulfhydrat 425.
 Ampère 285. 468.
 Amphidsalze 338.
 Amylon } s. Stärkemehl 535.
 Amylum }
 Analyse organ. 521.
 Anatas 500.
 Anaximenes 13.
 Anderson 249.
 Anthrazothionsäure 575.
 Antimon (metallisches) 491.

Antimon (metallisches) Namen
 desselben 491.
 Antimonoxyd 493.
 Antimonsäure 494.
 Antiphlogistische Theorie 138. 139.
 Anziehung 275.
 Apollinaris, C. 42.
 Aqua fortis 371.
 Aquila alba 477.
 Aquino, Thomas von 478. 565.
 Araber 20. 21.
 Arago 165.
 Arcannum duplicatum 415.
 d'Arcet (Darcet) 225.
 Archeus 59.
 Arcueil, Societ  d' 151.
 Arfvedson, J. A. 240. 448.
 Argentan 456.
 Aristoteles 13. 343. 345.
 Arnaudon 249.
 Arragonit 431.
 Arsen 495.
 Arsenige Säure 496.
 Arsenit 495.
 Arsenikbutter 498.
 Arsenikleber 497.
 Arseniksäure 497.
 Arsenit mit Schwefel 497.
 Arsenikwasserstoff 497.
 Artephius 23.
 Asklepios 12.
 Athanor 342.
 Atmosphäre s. Sauerstoff und Stickstoff.
 Atom 291. 293.
 Atomgewicht 293. 294.
 Atomgewichtszahlen in Tabellen 294—304.
 Atomistische Theorie 291. 295.
 Atomvolumen 310.
 Attalus 537.
 Attraction 275.
 Aubert, J. J. von Vendome 50.
 Auripigment 497.
 Avenzoar 26.
 Averrho s 26.
 Avicenna 7. 26. 262.
 Azot (Azote, Azoth) 365. 366.

B.

Bachnone, Arnold 34.
 Baco, Roger 7. 33.
 Baco J. van Berulam 71. 78.
 Balard 407.
 Balduin (Baldewinus) Chr. Ab. 392.
 Balling, C. J. N. 213.
 Balmain 399.
 Bancroft 543.
 Barba, Alonso 398.
 Barckusen (Barckhausen) 268. 269.
 Barium 426.
 Bariumhyperoxyd 429.
 Barner J. 94.

Baron 136. 398. 437.
 Barruel 486.
 Barth 215.
 Bartholin, Th. 62.
 Bartoletti Fr. 534.
 Baryterde 427.
 " kohlensaure 427.
 " schwefelsaure 428.
 Baryum 426.
 " Verbindungen 427—428.
 Baryumhyperoxyd 429.
 Baudrimont 249.
 Baumert 250.
 Bayen 496.
 Bayer 250.
 Beaumé 437. 485.
 Beccari 535.
 Becher, J. 67. 84. 85.
 Becquerel 439.
 Beddoes 166.
 Begatello, Scipio 426.
 Beilstein 250.
 Beizen s. Farbstoffe 542.
 Benzo s ure 569.
 Bergemann 250.
 Bergman L. 7. 70. 128. 257. 275.
 Berlinerblau 572.
 Bernhardt 385.
 Bernouilli 355.
 Bernstein 14.
 Bernstein ure 570.
 Berthier 249.
 Berthelot 249.
 Berthollet (Amed e) 389.
 Berthollet (Claude Louis) 7. 146. 148. 149.
 276. 423. 537.
 Bertin (Georg) 50.
 Beryllerde 439.
 Beryllium 439.
 Bergelius, J. 7. 174. 175. 176. 177—180.
 Besusschess-Kumin 455.
 Bewly 438.
 Biot 163.
 Biringuccio 479.
 Bitter, Welter's 544.
 Bischof, (G. Th.) 203.
 Bittererde 433.
 Bittersalz 433.
 Blad 70. 399.
 Blandard Steph. 94.
 Blausäure 572.
 Blausäure-Salze 575.
 Blei 468.
 Bleiglanz 468.
 Bleiglätte 469.
 Bleioxyd 469.
 Bleioxyd, essigsaures 470.
 Bleioxyd, kohlensaures 470.
 Bleiweiß 470.
 Bleizucker 565.
 Blemmidas 23.
 Blende s. Zink 468.

Blutlaugensalz gelbes 573.
 Blutlaugensalz rothes 576.
 Boë, de le, Sylvius 62.
 Böhler 250.
 Boerhave, H. 7. 70. 108. 257. 269. 270.
 272. 333.
 Böttger, R. 212.
 Bohn 94. 421.
 Bolley 212.
 Bollnest, Ed. 93.
 Bollstädt, Albert von (vulgo. Albertus Magnus) 30. 32. 33.
 Bologneser Leuchstein 426.
 Bondt 407.
 Borsdorf v. 340.
 Bor oder Boron 397.
 Borax 398.
 Boraxweinstein 567.
 Bordinant 399.
 Bor-Graphit 399.
 Bornträger 250.
 Borsäure 398.
 Bor-Stickstoff (Stickstoffbor) 399.
 Boudet 539.
 Boulduc 477.
 Bouillon-Lagrange 569.
 Boullay 338. 528.
 Bourdelin 398.
 Bouffingault 243.
 Boyle R. 7. 67. 70. 71. 268.
 Braconnot, H. 227.
 Brand 392. 393.
 Brande, W. Th. 181. 235.
 Brandenburg 506.
 Brandes, R. 434. 471.
 Brandt 457. 458.
 Brantwein 547. 548.
 Braune 474.
 Braunstein 446.
 Brechweinstein 567.
 Brenzessigeist (s. Aceton) 566.
 Brenzweinsäure 567.
 Brogniart Ad. 373.
 Brom 407.
 Brown 203.
 Brucin 579.
 Brugnatelli 458. 576.
 Buchholz 471.
 Buchner, E. A. 216.
 Buchner, J. A. 216.
 Bucquet 144.
 Büchner 250.
 Bulchafem Ben-Afferazerin 27.
 Bunjen, R. W. 7. 202. 433. 434.
 Buff 433.
 Butter 536.
 Buttersäure 539.
 Butyrum antimonii 495.

C.

Cadet 420.
 Cadmia 16.

Cadmium 468.
 Cäsarpius 382.
 Cahours 246. 582. 584.
 Calacem 466.
 Calcium 429.
 Calcium-Verbindungen 429.
 Calciumoxyd 429.
 Calciumoxyd, kohlensaures 429.
 Calomel 477.
 Canotanto P. v. 397.
 Canton 432.
 Caprinsäure 538.
 Capronsäure 538.
 Carl, Sam. 475.
 Carlisle 284.
 Caron 245. 249. 433.
 Carrichter v. Redingen 51.
 Cartesius 292.
 Cartheuser 413.
 Casciorolus 426.
 Casein 582.
 Casseler Gelb 470.
 Cassius, A. 82. 484.
 Castro, Joh. de 436.
 Cavendish 7. 70. 118.
 Caventou J. B. 225. 228.
 Cer oder Cerium 441.
 Cer-Verbindungen 442.
 Chalcanthum 463.
 χαλκός 18.
 Cham 4.
 Chamäleon, mineralisches 449.
 Chanaan 259.
 Chancel 245. 249.
 Chaptal 365. 438.
 Charlard-Boutron 226.
 Chauffier 145. 387.
 χημεία 5. 254. 255.
 Chemi 4. 254.
 Chemia 4. 254.
 χημία 5. 254. 255.
 Chemie, Abstammung d. Wortes 5. 254.
 255.
 Chemie, Begriff 6. 275. 257. 258.
 Chemie (Unterperiode der medicinischen Chemie)
 8. 42.
 Chemie organische 511.
 Chemische Verbindung s. Verbindung chem.
 Chenevix 406.
 Chesne, Du 53.
 Chevallier 225.
 Chevillot 449.
 Chevreul, M. E. 227. 537. 538.
 China Säure 578.
 Chinin 579.
 Chlor 403.
 Chlorantimon s. unter Antimon 494.
 Chlorblei s. unter Blei 470.
 Chlorcalcium 432.
 Chlorcyan 576.
 Chlorkalium 415.
 Chlornatrium 419. 420.

- Chlorquedfilber f. Quedfilberchlorid und
 Quedfilberchlorür 476.
 Chlorfäuren 406.
 Chlorfilber f. unter „Silber“ 480.
 Chlorwasserstoffsäure 404.
 Chlorwismuth 471.
 Chlorzink 468.
 Chlorzinn 491.
 Chrom 506.
 Chromoer 506.
 Chromoxyd 506.
 Chromsäure 506.
 Chromsaures Bleioxyd 506.
 Chrysocolia 17. 462.
 χρυσocolia 261.
 Chymie f. Chemie.
 Cinchonin 578. 579.
 Citronensäure 571.
 Clarke 428. 430.
 Clément 383. 389.
 Cluzel 390.
 Cobalt f. Kobalt 456.
 Colin 407.
 Collet-Descotils 487. 505.
 Columbium 501.
 Conring 62.
 Cordus, B. 553. 554.
 Corpora halogenia 339.
 Couërbe 225.
 Courtin, Germ. 50.
 Courtois 407.
 Crawford 427.
 Crell 421. 481. 539.
 Crell's Annalen 143. u. a. Ort. 147. 221.
 253.
 Crocus martis 453.
 Croll D. 54.
 Cronstedt 447.
 Cruikshank 284.
 Cullen 117.
 Cuprum 17.
 Curandau 411. 415.
 Cyan 576.
 Cyanogene 575.
 Cyanquedfilber 574.
 Cyanfäure 576.
 Cyanursäure 576.
 Cyan-Verbindungen 575.

D.

- Dabit 559. 560.
 Dalton J. 160. 161. 162.
 Danmer 250.
 Damour 249.
 Danjon 422.
 Darcet (d'Arcet) 225.
 Darracq 564.
 Davy S. 167. 168. 169. 434.
 Debray 245. 249.
 Debus 249.

- Deimann 283.
 Delafontaine 444.
 Delffs 250.
 Delphinensäure 538.
 Del Rio 505.
 Demachy 380. 491.
 Demofrit 12.
 Dephlogistifirt 68.
 Derosne 578.
 Des Cartes 292.
 Descotils oder Collet-Descotils 487. 505.
 Désormes 383. 389. 390.
 Dessaignes 249.
 Destillation 22. 24. 27.
 Deville, G. E. St. Cl. 225. 244.
 Deyeux 519.
 Diamant f. Kohlenstoff 379.
 Diamantbor 399.
 Diamantspatherde 153.
 Didym 443.
 Diesbach 572.
 Dimorphie 187.
 Dioeletian 261.
 Diodorus (Diodor) 109. 259. 261.
 Dioskorides 6. 14. 22. 343.
 Dippel 540.
 Dixé 421.
 Döbereiner 7. 223. 569.
 Donald Monro 571.
 Doppelschaniere 576.
 Doppelsalze 338.
 Dorn 50.
 Dovhnet 50.
 Drebbel C. 385.
 Dschafar 7. 24. 25. 262.
 Ducas (Michael) 23.
 Duchesne f. Du Chesne unter C. 53.
 Dufay (Du Fay) 283.
 Duflos 250. 351.
 Duhamel, G. L. 70. 116. 249.
 Dulong 309.
 Dumas J. B. 7. 188. 561.
 Du Monceau f. Duhamel
 Dupasquier 249.
 Dupré 249.

E.

- Ed, Paul 479.
 Edwards 445. 449.
 Egypter 40.
 Ehrhart 125. 408.
 Ehrmann 250.
 Eisen 450.
 Eisen (Verbindungen) 451.
 Eisenchlorid 454.
 Eisenoxydul, schwefelsaures 454.
 Eisensafran 21. 45.
 Eisensalmial 455.
 Eisenvitriol 45. 454.
 Eiweiß 582.
 Eleberg 501. 502.

Elaidin 539.
 Elain 538.
 Elektricität galvanische 283.
 Elektrochemische Theorie s. Theorie elektro-
 chemische 286.
 Elektrochemismus 284.
 Elektrolyse 289.
 Elektrolytisches Gesetz 289.
 Elemente, Aequivalentzahlen derselben 299.
 Elemente Aristotelische 14.
 Elemente, Begriff 346.
 " elektro-negative 288.
 " elektro-positive 288.
 " Namen derselben 347.
 " symbolische Zeichen 347.
 Elemente der organischen Verbindungen 527.
 d'Elhujar 503.
 Eller, Th. 70. 111. 112.
 Ellinger, A. 51.
 Elsholz 408.
 Engelhardt 250.
 Engeström v. 342.
 Epicur 291. 292.
 Erastus 50.
 Erbium 444.
 Erde 14.
 Erden, Constitution 329.
 Erden, Eintheilung 410.
 Erdmann, D. L. 205.
 Erman 414. 486.
 Erythronium 505.
 Esmarck 441.
 Eßig 562.
 Eßigäther 558.
 Eßigsäure 564.
 Eßigsäure-Salze 565.
 Ettmüller 94. 436.
 Endiometer, Salpetergas 362.
 Endiometer, Wasserstoffgas 364.
 Euphrades Themistios 260.
 Eusebius 109.

F.

Faraday M. 181—183. 289.
 Farbstoffe 542.
 Faserstoff 582.
 Du Fay oder Dufay 283.
 Fedro v. Rodach 51.
 Ferment 551.
 Ferridcyankalium 576.
 Ferrocyankalium 575.
 Ferrocyanverbindungen 576.
 Fette 535.
 Feuer 14.
 Feuerluft 126.
 Fibrin oder Faserstoff 582.
 Firmicus (Jul. Maternus) 5. 14. 260.
 Fischer 305.
 Fittig 250.
 Flamel, N. 37.

Fluor 408.
 Forchhammer 445. 449.
 Formeln chemische (Zeichen) 314. 315.
 Fouqué 245. 249.
 Fourcroy, A. F. de 144.
 François 225.
 Frémy, E. 241. 242.
 Frobenius 553.
 Fuchs, J. N. 218.

G.

Gadolin 444.
 Gährungstheorie 551.
 Gahn 394. 446.
 Galenus, Cl. 18.
 Galloway 249.
 Gallussäure 571.
 Galmei 465.
 Galvani Aloys 283.
 Gase 353.
 Gas sylvestre s. Kohlenensäure 379.
 Gault du 50.
 Gauthier de Claubry 407.
 Gay-Lussac 7. 163. 164. 165. 309. 405.
 Geber 7. 21. 24. 262.
 Gehlen 221. 445.
 Geiger 195.
 Gelbbleierz 504.
 Gelb, Casseler 470.
 Gellert 275.
 Gengembre 396.
 Geoffroy, Cl. J. 115.
 Geoffroy, St. F. 7. 115. 273.
 Gerbsäure 571.
 Gerding Th. 237. 238.
 Gerhardt, R. F. 7. 245.
 Gesetz elektrolyt. 289.
 Gesner, C. 382.
 Genther 250.
 Gilbert's Annalen 180. 221.
 Girtanner, Chr. 367.
 Gladstone 249.
 Glätte 21. 22. 469.
 Glas 16.
 Glaser, Chr. 83.
 Glauber, J. N. 7. 60. 268.
 Glaubersalz 60.
 Glycerin 538.
 Glycinerde s. Beryllerde 439.
 Glycium 439.
 Gmelin, Chr. G. 229.
 Gmelin, L. 229.
 Gmelin, J. Fr. 229.
 Gödel, C. 469.
 Gößmann 250.
 Göttling, J. Fr. A. 218. 556.
 Gold 16. 481.
 " philosophisches 265.
 Goldkalk 483.
 Goldoryd 484.

Goldpurpur 484.
 Goldschwefel 493.
 Gomes 578.
 Gorup-Besanez v. 207.
 Gottlieb, J. 214.
 Gould, W. 385.
 Grabowsky 215.
 Gräber, N. 243.
 Graham, Th. 7. 236.
 Graphit s. Kohlenstoff 379.
 Graphitbor 399.
 Gregor 500.
 Gregory, W. 237.
 Gren 141. 221. 537.
 Grew, N. 433.
 Grimm, H. N. 94.
 Grosse 275.
 Grotthuß 575.
 Grünspan 461.
 Grüzmacher 539.
 Gudenus 38.
 Guerite, D. v. 283.
 Guettard 136.
 Guyton d. Morveau 7. 141.

S.

Sänle 197.
 Sagedorn, E. 569.
 Sagemann 406.
 Sahnemann 388.
 Halbmetalle 271.
 Sales 355. 380.
 Haller, A. v. 114.
 Halogene (Salzbilder) 400.
 Haloidsäure 339.
 Hankwitz 394.
 Harnsäure 577.
 Harnstoff 577.
 Harun al Raschid 24.
 Hassenfratz 147. 250.
 Haüy 155.
 Heeren 250.
 Heintz, W. H. 207. 539.
 Hellot 70. 395.
 Helmont, J. B. van 7. 56. 57.
 Henneberg 250.
 Henry 249.
 Heraklit 13.
 Hermann, H. B. 238.
 Hermstadt, S. F. 218. 534.
 Hermes Trismegistos 40. 259.
 Herodot 11. 109.
 Hiärne, Urb. 83. 570.
 Hiang-Ti 261.
 Hjelm 504.
 Higgins 293.
 Hildegardis 24.
 Himly 250.
 Hippocrates 12. 267.
 Hircinsäure 538.
 Hirschhornöl 540.

Hirzel 250.
 Hisinger 284. 442.
 Hlasivetz 215.
 Hofmann, (A. W.) 204.
 Hoffmann, Fr. 70. 106.
 Hoffmann, J. M. 95. 96. 257.
 Hollandus, Joh. Jf. 37.
 Hollandus, Jf. 37.
 Holzgeist 561.
 Homberg, W. 70. 87.
 Homer 11. 384.
 Homologie 246. 514. 531.
 Honigsteinsäure 571.
 Hooke 358.
 Horaz 109.
 Hornblei 470.
 Hornsilber 481.
 Hortulanus 259.
 Howard 576.
 Hübner 250.
 Hünefeld 250.
 Humboldt, A. v. 165. 308.
 Huser, Ad. v. Bodenstein 50.
 Huggens 558.
 Hyacinth 440.
 Hydrogen od. Wasserstoff 375.
 Hydrothionsäure od. Schwefelwasserstoff 389.

J.

Jacquelain 507.
 Jaho Ebn Serapion 30.
 Jahn, A. 469.
 Indigo 543.
 Ingenhouß 384. 428.
 Jod 407.
 Jod-Verbindungen 407.
 John 446. 448.
 Iridium 487.
 Isidorus 317. 375. 459.
 Isomerie 179.
 Isomorphismus 187.
 Israeliten 11.
 Ittner 575.
 Jüngken, Joh. Hef v. 94.
 Julius Maternus Firmicus 5. 14. 260.
 Junder, J. 97. 393.
 Jussieu 135.

K.

Käsestoff 582.
 Kaiser, C. W. 213.
 Kalodhl 498.
 Kali 411.
 " chlorsaures 405.
 " kohlensaures 412.
 " mangansaures 449.
 " oxalsaures 568.
 " salpetersaures 367.
 " saures, weinsteinsaures 566.
 " schwefelsaures 415.
 " weinsteinsaures 567.

Kalium 410.
 Kaliumeisenchamid 576.
 Kaliumeisenchaur 573.
 Kaliumhyperoxyd 413.
 Kalium-Verbindungen mit Schwefel 416.
 Kalk 16. 430.
 " kohlensaurer 430.
 " salpetersaurer 431.
 " schwefelsaurer 431.
 Kalksalpeter 431.
 Kalkspath 431.
 Kalias 262.
 Καλουέλας 477.
 Kampher 541.
 Kampherjäure 569.
 Karsten 203. 402.
 Κασιτέρος 489.
 Kastner 195.
 Keir 373. 378.
 Kefulé 250.
 Kerl, B. 250.
 Kermes, mineralischer 492.
 Kerndt 250.
 Khasaf-Ebn-Abbas-Abul-Kasan 27.
 Kiesel 399. 400.
 Kieselerde 399.
 Kiesel Feuchtigkeit 399.
 Kieselstoffsäure od. Fluorkieselgas 409.
 Kieseljäure 399.
 Kindt 541.
 Kirchhoff 202.
 Kirchhoff 535.
 Kirwan 117. 378. 388. 404.
 Klaproth, M. F. 7. 152. 153.
 Klaus od. Claus 488.
 Kleber 584.
 Kleejäure s. Oxalsäure 568.
 Kleist 283.
 Knallgold 483.
 Knallquecksilber 576.
 Knalljäure 576.
 Knallsilber 576.
 Knape 539.
 Knapp, F. L. 212.
 Knop 250.
 Kobalt 456.
 " Verbindungen 457.
 Kochsalz s. Chlornatrium 419.
 Königswasser 22. 401.
 Kohle, organische 379.
 Kohlenhydrate 533.
 Kohlenoxydgas 383.
 Kohlenjäure 380.
 Kohlenstickstoffsäure 544.
 Kohlenstoff 379.
 Kohlenwasserstoff 384.
 Kolbe, H. 206.
 Kopp, H. 208. 312.
 Kortüm 430.
 Kräfte, abstoßende 275.
 " anziehende 275.
 Krafst 393.

Kraut 250.
 Kryolith 434.
 Kuhn (Halle) 250.
 Kuhn (Leipzig) 250.
 Kunkel, v. Löwenstjern 7. 70. 81.
 Kunst, ägyptische 259.
 " heilige 261.
 " hermetische 259.
 " spagyrische 259.
 " spargyrische 259.
 Kupfer 459.
 Kupferchlorid 464.
 Kupferchlorür 462. 464.
 Kupferkies 17. 463.
 Kupfernickel s. Nickel 455.
 Kupferoxyd-Ammoniak, schwefelsaures 464.
 Kupferoxyd, essigsaures 461.
 " kohlensaures 462. 463.
 " salpetersaures 464.
 " schwefelsaures 462. 463.
 Kupferoxyde 461.
 Kupferoxydul 462.
 Kupfervitriol. 17. 463.

L.

Lacaille 135.
 Lamotte 455.
 Lampadius 389.
 Lancilotti, R. 93.
 Landoit 250.
 Landriani 363.
 Langen, J. 93.
 Langlois 249.
 Lanthan 443.
 Lapis Lazuli 439.
 Laplace 283.
 Lassaignes 249.
 Lasurstein 439.
 Laugensalz 423.
 Laugier 498. 506.
 Laurent, A. 246.
 Lauverembourg 407.
 Lavauz 249.
 Lavoisier, A. L. 123. 135. 136. 137 140.
 283. 319. 334.
 Lebensluft 358.
 Leblanc 249.
 Leda, Smets H. v. 50.
 Lefèvre 345.
 Lefort 249.
 Lehmann 7. 206.
 Leibnitz 436.
 Leiter, unipolare 286.
 Lémery (L'Émery) L. 92.
 Lémery (L'Émery) N. 88. 256.
 Le Mort siehe le Mort 93.
 Leonhard 203.
 Le Roy 375.
 Leuchtstein, Bologneser 426.
 Leucippus 291.
 Levol 249.
 Levy 249.

Vibavins A. 256. 437. 565.
 Vieber, (Graffus) 50.
 Viebig, J. v. 7. 199.
 Vi-Vio-Rim 261.
 Vimburg 275.
 Vimpricht 239. 250.
 Vist 250.
 Lithium und Lithion 421.
 Löwe 250.
 Löwig, R. J. 205.
 Longchamp 431.
 Lowitz 429. 554. 563.
 Luft, atmosphärische 14. 361.
 Lullus Raymund 35.
 Luther 319.
 Luyart de f. d'Elhujar 503.

M.

Macaire 561.
 Macbride 381.
 de Machy f. Demachy 380. 403. 491.
 Macquer, B. J. 70. 116.
 Maets, R. de 94.
 Magisterium 265.
 Magnesia f. Bittererde oder Talkerde 432.
 Magnesium 432. 448.
 Magnet 447. 453.
 Magneteisenstein 450.
 Magnium 432.
 Magnium-Verbindungen 433.
 Magnus, (Albertus) 7. 30. 32. 33.
 Mahomed • Abul Walid • Ebn • Achmed • Ebn • Ro-
 schid 26.
 Majoranöl 540.
 Malaguti 249.
 Malergold
 Mallet 249.
 Mangan 17. 445. 448.
 Manganefium 446.
 Manganhyperoxyd 446.
 Manganoxyde 445.
 " Verbindungen derselben 446.
 Manganjäure 449.
 Manna 16.
 Marcasit f. Wismuth 471.
 Marcasita 35.
 Marcet 561.
 Marchand, B. J. 210.
 Marcus Gräcus 540.
 Margarin 538.
 Margarinjäure 539.
 Marggraf 7. 70. 113.
 Marguerite 249. 503.
 Marignac 249.
 Mariotte 73.
 Marschall, Joh. 93.
 Masudi, Thogr. 28.
 Mathioli 460.
 Mathefius 351. 466.
 Matteucci 249.
 Matthieffen 426. 433.

Mammené 249.
 Mayerne (Turquet de) 53.
 Mayow 333. 351.
 Meconsäure 578.
 Medicinen 25.
 Meißner 468. 506.
 Menghini 450.
 Mennige 469.
 Menon 573.
 Menstruum 270.
 Mercati 448.
 Messing 466.
 Mesuc 30.
 Metalepsie (μετάληψις) 530.
 Metalle 351.
 Metalloide 351.
 Metamerie 179.
 Metherie de la 539.
 Meurdrac 93.
 Meusnier 140.
 Meutha, A. 30.
 Meyer 387.
 Milchsäure 569.
 Milchzucker 533.
 Milner 373.
 Mineralkrystalle 492.
 Mirzam 261.
 Mischungsgewicht 293. 305.
 Mitscherlich, E. 7. 184. 185.
 Mittelsalz 355.
 Mittelsalze 63.
 M • Nab 365.
 Mosette 361.
 Mohr 250.
 Molybdän 504.
 Molybdaena 17. 469.
 Molybdänsäure 504.
 Monceau du f. Duhamel 70. 116. 249.
 Monge 452.
 Monnet 427.
 Mons van 249.
 Morechini 409.
 Morphinium oder Morphin 577.
 Mort le 93.
 Morveau de Guyton 7. 142.
 Mosander C. G. 234.
 Müller von Reichenstein 499.
 Muhamed • Ibn • Salargah • Abn • Betr • al • Rasi
 26.
 Mulder, G. J. 238.
 Musivgold 490.
 Mussin • Puschk 507.
 Mynsicht, A. von 54.

N.

Naphtha 554.
 Naphtha-Berg 540.
 Narcotin oder Narlotin 579.
 Natrium 417.
 Natron 419.
 " salpetersaures 421.

Natron schwefelsaures 421.
 Nerventinctur, Bestuscheffische 455.
 Neumann C. 70. 110.
 Neusilber 456.
 Neutralsalz 335.
 Newton 275.
 Nicholson 166. 284.
 Nichtmetalle 351.
 Nickel 456.
 Nickels 249.
 Nièpce 249.
 Niobium 502.
 Niobsäure 502.
 Nitrilbasen 578.
 Nitrogène 365.
 Nitrum (der Alten) 417.
 Nomenclatur, chemische 315.
 Norium 411.
 Norton, Th. 37.

O.

Oele 535.
 Oele, ätherische (flüchtige) 539.
 " fette 535.
 Oerstedt 437.
 Operationen, chemische 381.
 Opium 579.
 Osann 250.
 Ostria 548.
 Osmium 487.
 Otto, F. J. 211.
 Oxalsäure 568.
 Oxalsäureäther oder Oxaläther 559.
 Oxygen s. Sauerstoff 353.
 Oxygenoide 351.

P.

Pade 93.
 Padfong 456.
 Paets van Troostwyk 283.
 Palladium 486.
 Papin 558.
 Paracelsus, (Philippus Aureolus Theophrastus Paracelsus v. Hohenheim) 7. 43.
 Particular 265.
 Pasteur 249.
 Pagen, A. 190. 242.
 Pedomontanus 497.
 Pelagius 261.
 Péligot 188. 249.
 Pelletier, B. 224.
 Pelletier, J. 188. 225.
 Pelop oder Pelopium 503.
 Pelopsäure 503.
 Pelouze, Th. J. 193. 241.
 Penot, A. 50.
 Penot, Bernhard Georg 53.
 Perdig 436.
 Persoz, J. F. B. 248.

Petit 309.
 Pfaff, Ch. S. 196. 220.
 Phlogiston 67.
 Phosphor (gewöhnlicher) 392.
 Phosphor, Balduinischer 431.
 Phosphor, Canton's 432.
 Phosphor, Homberg's 432.
 Phosphorcalcium 397.
 Phosphorchlorid 406.
 Phosphorige Säure 395.
 Unter-Säure 395.
 Phosphorsäure 395.
 Phosphorwasserstoffgas 396.
 Pigmente, adjective 542.
 " substantiv 542.
 Pikrinsäure 544.
 Pikrinsalpetersäure 544.
 Pilâtre de Rozier 157. 438.
 Platina 484.
 Plato 11.
 Playfair 249.
 Plinius, C. 6. 14. 15. 262. u. a. D.
 Plutarch 259.
 Plutonium 428.
 Poggendorff, J. Th. 209.
 Polymerie 179.
 Porta 399.
 Pott, J. S. 70. 112.
 Poullietier de la Salle 395.
 Poutet 539.
 Poutin 410.
 Priestley 7. 70. 126. 139. 373.
 Proportionalzahl 305.
 Proportionen, multiple 161.
 Prévost 190.
 Protein 582.
 Proteinstoffe 581.
 Proust 157. 158. 295. 497.
 Psellus, Michael 23. 262.
 Ptolomäus 19.
 Pythagoras 11.

Q.

Quecksilber 16. 472.
 Quecksilberchlorid 476.
 Quecksilberchlorür 477.
 Quecksilberoxyd 474.
 " schwefelsaures 476.
 Quecksilberoxydul 474.
 Quercitanus 53.
 Quirinus Apollinaris. 42.

R.

Radical 346.
 Radicale, organische 513. 526. 528.
 Radicalen-Theorie 513.
 Raicus, F. R. 51.
 Rammelsberg 214.
 Raymond Lull 35.
 Realgar 498.
 Redtenbacher 212.

Regnault, G. B. 240.
 Reichardt 250.
 Reinsch 250.
 Reiset 241.
 Rhades 539.
 Rhazes 26.
 Rhodium 487.
 Richter, B. J. 160. 293.
 Riolan, J. 50.
 Ripley 37.
 Ritter 379.
 Robiquet 226.
 Rochleder 215.
 Rocquetaillade 477.
 Rohrzucker 533.
 Rose, G. 231.
 Rose, H. 7. 231.
 Rose, B. 539.
 Roselenr 249.
 Rosmarinöl 540.
 Rouelle 135. 539.
 Royer de 188.
 Rubinglas 484.
 Ruthenium 488.
 Rutherford 358.

S.

Sättigungscapazität 296.
 Säuren (im Allgemeinen) 317. 322.
 Säuren (als elektronegative Bestandtheile der Salze) 288.
 Säuren (organische) 562.
 Sage 447. 456.
 Sala, A. 55. 534.
 Salpeter 367.
 Salpeteräther 557.
 Salpetergas 373.
 Salpetersäure 370.
 Salpetrige Säure 374.
 Salpetrige Untersalpetersäure 374.
 Saluzzo 372.
 Salzbilder 400.
 Salze 317. 332. 338.
 Salze, neutrale 338.
 Sandarach 495.
 Sauerstoff 353. 359. 361. 362.
 Saussure, M. Th. 469.
 Scheel 503.
 Scheele 7. 70. 123. 124.
 Scheelsäure 503.
 Scheidewasser 22. 38.
 Scherer, J. 211.
 Schleimsäure 569.
 Schloßberger 250.
 Schnedermann 250.
 Schönbein 214.
 Schröder 312.
 Schröter, A. 215.
 Schulze 250.
 Schwefel 384.

Schwefeläther 555.
 Schwefelammonium 425.
 Schwefelantimon 17. 491.
 Schwefelarsen 17. 497.
 Schwefelbarium 426.
 Schwefelcyan 576.
 Schwefelcyanwasserstoff 576.
 Schwefeleisen 454.
 Schwefelties 454.
 Schwefelkohlenstoff 389.
 Schwefelkupfer 463.
 Schwefelmetalle 390.
 Schwefelnaphtha 555.
 Schwefelsäure 385.
 Schwefelwasserstoff 388.
 Schwefelzinn 490.
 Schwefelweinsäure 217.
 Schweflige Säure 387.
 Schweigger, Journal 180.
 Schweizer, E. 206.
 Schwerspath 427.
 Seebeck 422.
 Segner 539.
 Sequin 476.
 Seidel, Br. 50.
 Seignette, Pierre 567.
 Selen 177. 397.
 Selenige Säure 397.
 Selenwasserstoff 397.
 Sementini 411.
 Senac 473.
 Seneca 375.
 Sennert, D. 59.
 Sertürner, J. 217.
 Shée 421.
 Silber 479.
 Silberglätte 469.
 Silberoxyd-Ammoniak 481.
 Silberoxyd, salpetersaures 21. 22. 479.
 „schwefelsaures 480.
 Silbersalpeter 21. 22. 479.
 Silberschlacke 469.
 Siloran, B. A. 50.
 Σωρία ἄργυρου 469.
 Smets a Leda 50.
 Soda 418.
 Solon 11.
 Sonnenschein 250.
 Spagirie 91.
 Spagiriker 260.
 Spannungsreihe, elektrochemische 288.
 Spargirie 91. 259.
 Spiesglang f. Antimon 491.
 Spiesglang-Präparate 39.
 Spiritus rector 540.
 Spiritus sylvestris 373.
 Stadion 406.
 Städler 250.
 Stärkemehl 533. 535.
 Stahl, G. E. 7. 70. 97. 256.
 Stahlschmidt 250.
 Stammferne 230.

Stearopten 541.
 Stein, G. W. 213.
 Stein der Weisen 37. 265.
 Steinöl 540.
 Stenhouse, J. 235.
 Stibäthyl 206.
 Stickoxydgas 373.
 Stickstoff 365.
 Stickstoffbor 399.
 Stodart 182. 452.
 Stöchiometrie 160. 291. 293.
 Stohmann 250.
 Strecken 240. 250.
 Streng 250.
 Stromeyer 407.
 Strontium 429.
 " Verbindungen 429.
 Strychnin 579.
Styriola 542.
 Suidas 261.
 Sumpfluft 384.
 Swanberg, S. L. 239.
 Swab 399.
 Swanhard, S. 408.
 Swedenborg 97.
 Sylvius de le Boë F. 62.
 Synesius 22. 41. 260.

T.

Tachenius, D. 7. 64.
 Tantal 501.
 " Verbindungen 502.
 Tassaert 506.
 Tartarus 48.
 Taylor 249.
 Tellur 499.
 Tellursäure 499.
 Tellurwasserstoff 500.
 Tennant 397.
 Terbium 444.
 Terpentinöl 540.
 Testi, Lud. 534.
 Thales 13.
 Thénard, L. J. 7. 170. 171.
 Thénard, P. 396.
 Theophrastus 14.
 Theorie, elektrochemische 282. 286.
 " der homologen Reihen 514. 531.
 " über die Paarlinge 514. 530.
 " die org. Radicale 514. 528.
 " Substitutions- 514. 530.
 Theorie von den Typen 513. 530.
 Theut 259.
 Thilorier 381.
 Thimianöl 541.
 Thograi Masjudi 28.
 Thomson 234.
 Thomson, Th. 234.
 Thorium 441.
 Thot 259.
 Thurneysen 51.

Tinctur, rothe 263. 265.
 Tinte, sympathetische 458.
 Titan 500.
 Titansäure 501.
 Titan mit Stickstoff und Cyan (Cyan-titan mit Stickstoff-titan 501.
 Toricelli 355.
 Torites, M. 50.
 Traubensäure 566.
 Traubenzucker 534.
 Trevigo 37.
 Trevis 37.
 Trithem 31.
 Trithemius 31.
 Trommsdorff, Chr. W. S. 222.
 Trommsdorff, J. B. 220.
 Trommsdorff, W. S. 222.
 Troostrohl 283.
 Tungstein 503.
 Turquet 53.
 Tuffan Ducret v. Cavailhon 50.
 Tutia 465.

U.

υδράργυρος 472.
 Ultramarin 439.
 Universal 265.
 Universal säure 322.
 Unterschwefelsäure 387.
 Unterschweflige Säure 387.
 Unterphosphorige Säure 395.
 Uran 458.
 Ure 233.
 Urferne 230.

V.

Vanadin 505.
 Vanadium 505.
 Vanadkupfer 505.
 Vanadsäure 505.
 Vandermonde 452.
 Vanquelin, L. R. 7. 145. 154.
 Venel 380.
 Veratrin 579.
 Verbindung, chemische (allgemeine) 312.
 Verbindungen, organisch-chemische 511.
 Vergoldung 482.
 Verwandtschaft (Begriffe des Wortes) 278.
 " (Einführung d. Wortes) 268.
 Verwandtschaft, prädisponirende 281.
 Verwandtschaftsarten 278.
 Verwandtschaftslehre 268.
 Verwandtschafts-Tafeln 273. 282.
 Verwandtschaft-Wahl 280.
 " doppelte 280.
 Villanovanus, A. 34.
 Vöfel 250.
 Völker 250.
 Vogel, A. 215.
 Vogel, S. A. 216.
 Volborthit 505.

Volta, A. 283.
Volumentheorie 309.

W.

Wackenroder 215.
Wagner, J. R. 214.
Wahlverwandtschaft 280.
Waid 544.
Wallerius 97. 426.
Wanklyn 249.
Wasser 375.
Wasserstoff 375.
Wein 27. 549.
Weingeist 545. 546.
Weinöl 559.
Weinsaure-Salze 567.
Weinstein 35. 566.
Weinsteinsäure 566.
Weißkupfer 456.
Welter 544.
Welters Bitter 544.
Weltzien, 214.
Wenzel, C. F. 160. 293.
Werther 250.
Westrumb 366.
Wide 250.
Will, F. 209.
Willis, Th. 65.
Wismuth 471.
Wismuthoxyd 471.

Witherit 427.
Wöhler 7. 196. 197.
Wolf, Fr. 161.
Wolfram 503.
Wolframium 503.
Wolframsäure 504.
Woodhouse 383.
Wren, Chr. 355.

Y.

Yttererde 444.
Yttrium 444.

Z.

Zeichen, symbolische 314. 315.
Zeise, W. Th. 238.
Zink 464.
Zinkoxyd, kohlensaures u. schwefelsaures 467.
Zinkvitriol 467.
Zinn 489.
Zinnchloride 490.
Zinnober 474.
Zinnoxyde 490.
Zirkonium 440.
Zosimos 5. 22. 109. 260. 261.
Zünder 288.
Zwelffer 453.
Zucker 533.
Zuckersäure 569.



