

GESCHICHTE
DER
C H E M I E

VON DEN ÄLTESTEN ZEITEN BIS ZUR GEGENWART.

ZUGLEICH
EINFÜHRUNG IN DAS STUDIUM DER CHEMIE.

VON

DR. ERNST VON MEYER,
O. PROFESSOR DER CHEMIE
AN DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE DRESDEN.

ZWEITE, VERBESSERTE UND VERMEHRTE AUFLAGE.



LEIPZIG,
VERLAG VON VEIT & COMP.
1895.

Vorwort zur ersten Auflage.

Fünfundvierzig Jahre sind verflossen, seitdem Hermann Kopp's klassische „*Geschichte der Chemie*“ zu erscheinen begann; und vor fünfzehn Jahren ließ derselbe unermüdliche Forscher seine „Entwicklung der Chemie in der neueren Zeit“ folgen.

Nach der Veröffentlichung dieser umfassenden Werke, neben denen noch die *Histoire de la chimie* von Höfer genannt sei, und nachdem von Kopp selbst, sowie von anderen verschiedene historische Schriften, welche für kürzere Zeiträume die Entfaltung der Chemie schildern, erschienen sind, liegt der Gedanke nahe, daß ein reges Bedürfnis nach einem neuen chemischen Geschichtswerke nicht vorhanden sei.

Anstatt diese Frage näher zu erörtern, mögen der hiermit an die Öffentlichkeit tretenden Schrift einige Bemerkungen über Zweck und Anlage derselben vorausgeschickt werden.

Durch diese „Geschichte der Chemie“ wird der Versuch gemacht, in engem Rahmen die Entwicklung des chemischen Wissens, insbesondere der daraus abgeleiteten allgemeinen Lehren der Chemie, von ihren Anfängen bis auf den heutigen Tag darzulegen. In jedem Zeitalter ist nach einer allgemeinen Darstellung der Hauptrichtungen, welche die Chemie eingeschlagen hat, die spezielle Ausbildung einzelner Zweige derselben mehr oder weniger eingehend besprochen.

Bei den allgemeinen Darlegungen war besonderer Wert zu legen auf die Entstehung einzelner wichtiger Ideen und deren Entfaltung zu bedeutsamen Lehrmeinungen oder umfassenden Theorien.

Dabei mußten die Träger und Förderer solcher Ansichten in ihrem Wirken geschildert werden, wenn eine lebendige Darstellung der einzelnen Zeitabschnitte und ihrer Eigentümlichkeiten erzielt werden sollte.

In den speziellen Teilen ist dagegen versucht, grundlegende Thatsachen, nach einzelnen Gebieten gesichtet und eng gedrängt, zusammenzufassen, um ein möglichst scharfes Bild des jeweiligen Standes der chemischen Kenntnisse zu geben.

Daß Vollständigkeit hierbei, sowie bei der Entwicklungsgeschichte theoretischer Ansichten nicht beabsichtigt war, braucht wohl kaum hervorgehoben zu werden. Aber die übersichtliche Darlegung der wichtigsten Lehren und Thatsachen, welche den heutigen Besitzstand der Wissenschaft begründet haben, ist angestrebt worden.

Die Entwicklung des chemischen Wissens in der neueren Zeit, seit Boyle, insbesondere seit Lavoisier, bildet naturgemäß den Schwerpunkt der nachfolgenden Schilderungen. — Der Schwierigkeiten, welche hier zu bewältigen sind und welche um so mehr wachsen, je näher die Geschichtschreibung an die Gegenwart herantritt, bin ich mir vollauf bewußt gewesen. Man steht den letzten Phasen der Ausbildung theoretischer Ansichten allzu nahe, um sich den sicheren, unbefangenen Blick zu wahren, welcher zur geschichtlichen Darlegung derselben erforderlich ist. Trotzdem habe ich den Versuch gewagt, die Geschichte der Chemie bis zur Gegenwart fortzuführen.

Bei dieser Aufgabe hat mich unablässig das Streben geleitet, nach besten Kräften objektiv zu bleiben, sowie der lebhafte Wunsch, zur Klärung widerstreitender Meinungen über die Entwicklung und Bedeutung der heutigen chemischen Lehren wirksam beizutragen. Hier gilt es, ja es ist Pflicht des Geschichtschreibers, schon jetzt die der jüngsten Vergangenheit angehörenden Leistungen namhafter Forscher einer gleichmäßigeren und gerechteren Beleuchtung zu unterwerfen, als von manchen Seiten geschehen ist.

Leipzig, 7. Oktober 1888.

Ernst von Meyer.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Das Erscheinen der zweiten Auflage dieses Werkes darf wohl als erfreuliches Zeichen dafür gelten, daß ein reges Interesse an der geschichtlichen Entwicklung der Chemie vorhanden ist. Auch die englische, von Herrn Dr. G. Mac Gowan besorgte Übersetzung der ersten Auflage hat freundliche Aufnahme und weite Verbreitung gefunden.

Die jetzt vorgenommenen Änderungen bestehen vorwiegend in einer Bereicherung des thatsächlichen Inhaltes durch die Aufnahme der Ergebnisse neuer Forschungen und Publikationen. Wer die chemische Litteratur kennt, weiß, wie reich die Quellen sind, die stetig neue Nahrung und frisches Leben dem stattlichen Organismus der Chemie zuführen. Natürlich konnten nur besonders bedeutsame Experimentaluntersuchungen der letzten sechs Jahre berücksichtigt werden. — Aber auch durch andere Erscheinungen der Litteratur wurde gerade in diesem Zeitraume für die Geschichte der Chemie wichtiger Stoff herbeigebracht: es sei an den Briefwechsel von Justus Liebig mit Berzelius, mit Wöhler, an die Briefe und Aufzeichnungen von C. W. Scheele, die Briefe Priestley's, an die autobiographischen Mitteilungen Liebig's erinnert. — Dazu kamen manche sehr verdienstliche Werke, unter denen die gründlichen Forschungen Berthelot's über die Chemie des frühen Mittelalters hervorragen. Andere, zum Teil schon früher erschienene Schriften, wie die von Ladenburg, Schorlemmer, Thorpe, Grimaux,

haben die Entwicklung der Chemie während kürzerer Zeiträume oder das Leben und Wirken einzelner Forscher zum Gegenstand.

Der Charakter dieses Buches ist trotz mancher Umgestaltung einzelner Abschnitte unverändert geblieben, und so gilt das im Vorwort zur ersten Auflage über Anlage und Zweck desselben Gesagte auch für die zweite Auflage, die, wie ich hoffe, nicht nur als eine vermehrte, sondern auch als eine verbesserte bezeichnet werden darf.

Dresden, 11. September 1894.

Ernst von Meyer.

Inhalt.

	Seite
Einleitung	1
Älteste Zeit bis zum Auftreten der Alchemie	5
Theoretische Ansichten über die Zusammensetzung der Körper, insbesondere über die Elemente S. 6. Elementenlehre des Aristoteles S. 7.	
Empirisch-chemische Kenntnisse der Alten S. 8. Metallurgie: Gold, Silber S. 11. Kupfer, Eisen S. 12. Blei, Zinn etc. S. 13. Quecksilber S. 14. Glasbereitung S. 14. Keramik, Seifenbereitung, Färberei S. 15. Anfänge der Pharmazie S. 16. Organische Substanzen S. 17.	
Zeitalter der Alchemie	19
Allgemeine Geschichte der Alchemie	21
Ursprung alchemistischer Bestrebungen S. 21. Alexandrinische Akademie S. 23. Alchemie bei den Arabern S. 25. Geber und seine Nachfolger S. 25. Alchemie in den Abendländern S. 27. Albertus Magnus, Roger Baco S. 28. Arnaldus Villanovanus und Raymund Lullus S. 29. Basilius Valentinus S. 31.	
Spezielle Geschichte der Alchemie	33
Theorien des alchemistischen Zeitalters S. 33. Lehren der Alexandriener S. 33. Pseudo-Geber S. 34. Ansichten von Basilius S. 36. Stein der Weisen S. 37.	
Praktisch-chemische Kenntnisse der Alchemisten	40
Technische Chemie: Gold, Silber, Kupfer und andere Metalle S. 40. Färberei S. 42. Pharmazeutische Chemie S. 42.	
Bekanntheit der Alchemisten mit chemischen Präparaten S. 44. Alkalien, Säuren S. 44. Salze S. 46. Antimonpräparate S. 47. Organische Körper S. 50.	
Schicksale der Alchemie in den letzten vier Jahrhunderten S. 51.	
Rückblick auf die alchemistischen Bestrebungen S. 55.	
Geschichte des iatrochemischen Zeitalters	57
Allgemeine Geschichte desselben	59
Paracelsus und seine Schule S. 59. Paracelsus' iatrochemische Lehren S. 61. Turquet de Mayerne S. 64. Libavius S. 65. van Helmont und seine Zeitgenossen S. 66. Seine Leistungen S. 67. Sala, Sennert S. 70. Sylvius S. 70. Tachenius S. 71. Georg Agricola S. 73. B. Palissy S. 74. Glauber S. 75.	

	Seite
Spezielle Geschichte des iatrochemischen Zeitalters	76
Technische Chemie: Metallurgie S. 77. Töpferei und Glasbereitung S. 78. Färberei etc. S. 78.	
Chemische, insbesondere officinelle Präparate S. 79. Un- organische S. 79. Organische Verbindungen S. 84.	
Geschichte des Zeitalters der Phlogistontheorie: von Boyle bis Lavoisier	87
Einleitung	87
Allgemeine Geschichte dieser Zeit	90
Robert Boyle S. 90. Mayow, Lemery S. 93. Homberg, Kunkel S. 94. Becher S. 95. Stahl und die Phlogistontheorie S. 96. Fr. Hoff- mann S. 98. Boerhave S. 99.	
Entwicklung der Chemie, insbesondere der Phlogiston- theorie, seit Stahl: Neumann, Eller, Pott, Marggraf S. 100. Geoffroy S. 101. Duhamel de Monceau, Rouelle S. 102. Black S. 104. Caven- dish S. 105. Priestley S. 106. Bergman, Scheele S. 108.	
Spezielle Geschichte des phlogistischen Zeitalters	111
Die pneumatische Chemie und ihre Beziehungen zur Phlo- gistonlehre S. 111. Entdeckung des Sauerstoffs, Zusammensetzung der Luft S. 113.	
Ansichten über Elemente und chemische Verbindungen S. 116.	
Ansichten über die chemische Verwandtschaft und deren Ursachen S. 119. Verwandtschaftstabellen Geoffroy's S. 120.	
Praktisch-chemische Kenntnisse der Phlogistiker: Ent- wicklung der analytischen Chemie S. 122. Boyle, Fr. Hoffmann S. 123. Marggraf, Scheele, Bergman S. 124. Anfänge der Gasanalyse S. 125.	
Technische Chemie: Metallurgie S. 127. Keramik, Färberei S. 127.	
Technisch-chemische Präparate: Säuren, Alkalien S. 128. Entdeckung von Elementen S. 129. Unorganische und organische Verbindungen S. 130.	
Pharmazeutische Chemie S. 133. Würdigung des Zeitalters der Phlogistonlehre S. 135.	
Geschichte der neuen Zeit von Lavoisier bis auf unsere Tage	137
Einleitung	137
Allgemeine Geschichte der Chemie während dieser Zeit	138
Lavoisier und die antiphlogistische Chemie S. 138. Lavoisiers Leben und seine Arbeiten S. 139. Seine Verbrennungstheorie S. 142. Sieg der antiphlogistischen Chemie über die Phlogistontheorie S. 145. Anfänge einer rationellen chemischen Nomenklatur S. 147. Guyton de Morveau S. 149. Berthollet S. 150. Fourcroy S. 151. Vau- quelin S. 152.	
Zustand der Chemie in Deutschland am Ende des 18. Jahr- hunderts S. 153. Klaproth S. 154. Chemie in England und Schweden S. 156.	
Entwicklung der Lehre von den chemischen Proportionen S. 157. J. B. Richter S. 157. Sein Neutralitätsgesetz S. 158. Begrün- dung der Stöchiometrie S. 159. Proust S. 160. Streit mit Berthollet S. 161. Erkenntnis der konstanten Verbindungsverhältnisse S. 162.	

Dalton's Atomtheorie S. 162. Gesetz der multiplen Proportionen S. 163. Dalton's Versuch, die relativen Atomgewichte zu bestimmen S. 165. Dalton's Atomgewichte und chemischen Symbole S. 166.

Weitere Ausbildung der Atomtheorie: Th. Thomson S. 167. Wollaston S. 168. Humphry Davy S. 168. Seine Hauptleistungen S. 169. Gay-Lussac S. 172. Volumgesetz und andere wichtige Arbeiten S. 172. Prout's Hypothese und ihre Wirkungen S. 174.

Berzelius S. 175. Überblick seiner Leistungen S. 176. Einfluß auf die Entwicklung der analytischen und organischen Chemie S. 177. Experimentaluntersuchungen S. 178. Lehr- und litterarische Thätigkeit S. 179. Allgemeine Charakteristik S. 180.

Ausbau der Atomtheorie durch Berzelius S. 182. Bestimmung der relativen Atomgewichte S. 183. Sauerstoffgesetz S. 183.

Einfluß von Gay-Lussac's Volumgesetz auf die Atomtheorie S. 184. Avogadro S. 185. Benutzung des Volumgesetzes durch Berzelius S. 186. Stand der Atomtheorie um 1818 S. 187. Dulong-Petit'sche Regel S. 189. Einfluss der Lehre vom Isomorphismus auf die Atomtheorie (E. Mitscherlich, Berzelius) S. 191.

Atomgewichtssystem von Berzelius um 1826 S. 192. Versuch einer Änderung der Atomgewichte durch Dumas S. 194. Mißerfolg dieses Versuchs S. 196. Faraday's elektrolytisches Gesetz S. 197.

Elektrochemische Theorien von Davy und von Berzelius S. 198. Das dualistische System von Berzelius S. 201. Chemische Nomenklatur und Zeichensprache S. 202.

Strömungen gegen den Dualismus S. 204. Entdeckung der Alkalimetalle S. 205. Erkenntnis der elementaren Natur des Chlors S. 206. Theorie der Wasserstoffsäuren (Davy und Dulong) S. 208. Lehre von den mehrbasischen Säuren (Liebig) S. 209.

Ausbildung dualistischer Lehren in der organischen Chemie S. 211. Entwicklung der organischen Chemie bis 1811 S. 212. Berzelius' Stellung zur organischen Chemie S. 213. Entwicklung der Ansichten von Radikalen S. 214.

Isomeren und deren Einfluß auf die Ausbildung der organischen Chemie S. 215. Beobachtungen von Liebig, Wöhler, Faraday, Berzelius S. 216. Präzisierung der Begriffe Isomerie, Polymeric, Metamerie durch Berzelius S. 216.

Ältere Radikaltheorie S. 217. Ätherintheorie (Dumas und Boullay) S. 218. Liebig's und Wöhler's Arbeit über Benzoylverbindungen S. 218. Äthyltheorie von Berzelius und von Liebig S. 219. Stand der Radikaltheorie um das Jahr 1837 S. 222. Präzisierung des Begriffs Radikal S. 223. Bunsen's Arbeiten über Kakodylverbindungen S. 224. Bedeutung der Radikaltheorie S. 225.

Liebig, Wöhler, Dumas. Überblick ihrer wichtigsten Leistungen S. 225. Justus Liebig, sein Leben und Wirken S. 226. Lehrthätigkeit S. 227. — Litterarisches Wirken S. 228. Experimentaluntersuchungen S. 229. — Friedrich Wöhler S. 231. Lehrthätigkeit S. 232. Wissenschaftliche Leistungen S. 233. J. B. Dumas, sein Leben und Wirken S. 234. Experimentaluntersuchungen S. 235.

Entwicklung unitarischer Ansichten in der organischen Chemie. Substitutionstheorien S. 236. Dumas' Substitutionsregeln S. 237. Laurent's Substitutions- und Kerntheorie S. 238. Beurteilung derselben S. 239. Dumas' Typentheorie S. 240. Sein unitarisches System S. 241. Erschütterung der dualistischen Lehre von Berzelius S. 242. Kampf von Berzelius gegen die Substitutionstheorie S. 243. Seine Niederlage S. 244.

Verschmelzung der älteren Typenlehre mit der Radikaltheorie durch Laurent und Gerhardt S. 245. Leben von Laurent und Gerhardt S. 246. Gerhardt's Theorie der Reste S. 246. Basizitätsgesetz S. 247. Gerhardt's erste Klassifikation organischer Verbindungen S. 248. Seine Reform des Atomgewichtssystems S. 249. Trennung der Begriffe Molekül, Atom, Äquivalent durch Laurent und Gerhardt S. 251. Vorarbeiten für die neuere Typentheorie: Wurtz und A. W. Hofmann S. 254. Williamson's Untersuchungen über Ätherbildung S. 256. Seine typische Auffassung S. 257. Neuere Typentheorie von Gerhardt S. 257. Vorstufen derselben S. 258. Ableitung organischer Körper von Typen S. 260. Ansichten über Konstitution S. 261. Beurteilung der Typenlehre S. 262. Erweiterung der Typenlehre durch Kekulé. Gemischte Typen S. 263. Grubengas als Typus S. 265. Stand der Typenlehre im Jahre 1857 S. 265.

Ausbildung der neueren Radikaltheorie durch Kolbe S. 266. Kolbe's Leben und Wirken S. 266. Belebung der Radikaltheorie; Mitwirkung Frankland's S. 268. Gepaarte Verbindungen S. 270. Beseitigung des Paarungsbegriffes durch Frankland S. 271. Kohlensäuretheorie Kolbe's: Ableitung organischer Verbindungen aus unorganischen S. 272. Kolbe's wichtigste Experimentaluntersuchungen (1857—1863) S. 273. Seine Stellung zur älteren und neueren Chemie S. 274. Kolbe's reale Typen S. 275.

Begründung der Lehre von der Sättigungskapazität der Grundstoffe durch Frankland 276

Vorstufen der Valenzlehre S. 277. Frankland's Verdienst um dieselbe S. 278. Annahme einer wechselnden Sättigungskapazität S. 279. Erörterungen von Odling, Williamson, Wurtz u. a. S. 280.

Erkenntnis der Valenz des Kohlenstoffs S. 280. Kekulé's Verdienst, Anteil von Kolbe und Frankland S. 281 fig.

Entwicklung der Chemie unter dem Einfluß der Valenzlehre während der letzten 35 Jahre 284

Anfänge der Strukturlehre: Kekulé S. 285. Couper S. 286. Präzisierung der Atomgewichte durch Cannizzaro S. 288. Erörterungen über das Wesen der Struktur von Butlerow und Erlenmeyer S. 288.

Streitfragen über konstante und wechselnde Valenz der Grundstoffe S. 289. Frankland's, Kolbe's u. a. Forscher Ansichten über wechselnde Valenz S. 289. Erlenmeyer, Wurtz, Naquet S. 290. Kekulé's Lehre von der konstanten Valenz S. 291. Gründe für die Annahme wechselnder Valenz S. 292.

Weiterentwicklung der Strukturlehre. Hauptströmungen im Gebiete der organischen Chemie während der letzten 25 Jahre S. 294. Ansichten über die Verkettung der Atome S. 295. Konstitution organischer Körper nach der Strukturtheorie S. 295. Gesättigte und ungesättigte Verbindungen S. 296. Theorie der aromatischen Verbindungen: Kekulé S. 297. Ladenburg, Claus, Baeyer S. 299. Konstitution des Pyridins, Pyrrols und ähnlicher Körper S. 300. Schärfere Fassung des Begriffs aromatische Verbindungen (V. Meyer) S. 301. Erforschung der Isomeren auf Grund strukturchemischer Vorstellungen S. 301. Stellungsisomeren S. 302. Tautomerie oder Desmotropie S. 304. Geometrische Isomerie (Wislicenus); Alloisomerie (Michael) S. 305. Vermeintliche Erkenntnis der Atomlagerung S. 306. Stereochemie des Stickstoffs S. 307. Ausbildung wichtiger Methoden zur Erforschung der Konstitution organischer Verbindungen S. 308. Synthetische Methoden (Wöhler, Kolbe, Frankland, Baeyer, Kekulé,

Ladenburg, Fittig, Perkin u. a. S. 309. Chemisches Verhalten organischer Verbindungen S. 312.

Hauptströmungen im Gebiete der unorganischen und allgemeinen Chemie während der letzten 30 Jahre S. 314. Anwendung der Strukturlehre auf unorganische Verbindungen S. 314. Wichtige Forschungen im Gebiete der unorganischen Chemie S. 315. Periodisches System der Elemente (Newlands, L. Meyer, Mendelejeff) S. 317. Ergebnisse desselben S. 319. Rückschluß auf eine Urmaterie (Crookes) S. 320. Allgemeine Bedeutung physikalisch-chemischer Forschungen S. 320.

Spezielle Geschichte einzelner Zweige der Chemie seit Lavoisier bis auf die Gegenwart

Einleitung 323

Geschichte der analytischen Chemie 325

Qualitative Analyse unorganischer Körper S. 325. Bedeutung der Spektralanalyse S. 326. Quantitative Analyse unorganischer Körper S. 327. Klaproth, Vauquelin, Lavoisier S. 327. Proust, Berzelius S. 328. H. Rose, Wöhler, R. Fresenius S. 329. Probierkunst S. 330. Entwicklung der Titrimetrie (Gay-Lussac, Bunsen, Mohr u. a.) S. 331. Gasanalyse (Bunsen). Technische Gasanalyse (Winkler, Hempel) S. 332. — Analyse organischer Substanzen S. 333 flg. Lavoisier, Gay-Lussac, Berzelius, Liebig S. 334. Gerichtlich-chemische Analyse S. 336. Technisch-chemische Untersuchungsmethoden S. 336. Analyse von Nahrungs- und Genußmitteln 337.

Spezielle Geschichte der unorganischen Chemie 339

Entdeckung von Elementen; Atomgewichtsbestimmungen derselben S. 340 flg. Halogene S. 341. Selen, Tellur S. 342. Bor, Kohlenstoff etc. S. 343. Allotropie S. 344. Alkalimetalle S. 344. Alkalische Erdmetalle S. 345. Beryllium, Kadmium, Thallium, Indium, Gallium; Metalle der Cergruppe S. 346. Chrom und Verwandte S. 347. Titan, Germanium, Vanadium und ähnliche Metalle S. 348 flg. Platinmetalle S. 349. Vermeintlich neue Elemente S. 351.

Unorganische Verbindungen: der Halogene S. 352. Schwefel-, Selen- und Tellurverbindungen S. 354. Stickstoffverbindungen und ähnliche S. 355 flg. Verbindungen der anderen Metalloide S. 358.

Verbindungen der Alkali- und Erdmetalle S. 359, der Metalle der Eisen- und Chromgruppe S. 360, des Zinns, Vanadins etc. S. 362. Gold- und Platinverbindungen etc. S. 362.

Spezielle Geschichte der organischen Chemie im 19. Jahrhundert 364

Kohlenwasserstoffe und ihre Derivate S. 365. Alkohol und ähnliche Körper S. 368. Karbonsäuren S. 371. Säurechloride, -anhydride, -amide S. 374. Oxy- und Amidosäuren S. 375. Aldehyde S. 377. Ketone und Ketonensäuren S. 380. Kohlenhydrate S. 382. Glukoside S. 384. Halogenderivate von Kohlenwasserstoffen etc. S. 384 flg. Nitro- und Nitrosoverbindungen S. 387. Schwefelverbindungen S. 389. Stickstoffverbindungen: Amine etc. S. 391. Phosphine, Arsine, Stibine S. 394. Azokörper S. 395. Diazoverbindungen, Hydrazine S. 396. Cyanverbindungen S. 398. Pyridin- und Chinolinbasen S. 402. Beziehungen derselben zu Pflanzenalkaloiden S. 405. Pyrrol und analoge Verbindungen S. 406. Metallorganische Körper S. 408.

Geschichte der physikalischen Chemie in der neueren Zeit . . 410

Bestimmung von Dampfdichten und Verwertung dieser S. 411. Dissoziation S. 413. Verflüssigung von Gasen S. 414. Kinetische Gastheorie; Spektralanalyse S. 415. Atomvolumen fester und flüssiger

	Seite
Körper S. 416. Siedepunktregelmäßigkeiten S. 417. Spezifische Wärme fester Körper S. 418. Optisches Verhalten fester und flüssiger Körper (Lichtbrechung, Cirkularpolarisation) S. 419. Diffusion und ähnliches S. 421. Theorie der Lösungen; Elektrolytische Dissoziation S. 421 fig. Elektrolyse flüssiger oder gelöster Körper S. 423. Isomorphie und ähnliches S. 424. Geschichte der Thermochemie S. 426 fig. Photochemie S. 428.	
Entwicklung der Verwandtschaftslehre seit Bergman S. 430. Bergman's Verwandtschaftslehre S. 430. Berthollet's Affinitätslehre S. 431. Verdrängung von Berthollet's Ansichten durch andere Lehren S. 432. Wiederbelebung der ersteren S. 434. Neueste Entwicklung der Affinitätslehre 436.	
Zur Geschichte der mineralogischen Chemie während der letzten hundert Jahre	438
Ältere Geschichte S. 438. Berzelius' chemisches Mineralsystem S. 440. Andere Mineralsysteme S. 441. Neuere Entwicklung der Mineralchemie S. 441. Künstliche Bildung von Mineralien; Anfänge der geologischen Chemie S. 442.	
Entwicklung der Agrikulturchemie und der physiologischen Chemie	445
Agrikulturchemie S. 446. Lehre vom Humus (Thaer u. a.) S. 446. Reform der Agrikulturchemie durch Liebig S. 447. Ausbildung der Agrikulturchemie durch Liebig und seine Schule S. 448.	
Entwicklung der Phytochemie S. 449. Wichtige phytochemische Untersuchungen S. 450.	
Entwicklung der Zoochemie S. 451. Untersuchungen über Bestandteile des Tierkörpers S. 452 fig. Chemie der tierischen Sekrete: Speichel, Magensaft, Galle, Blut S. 453. Milch, Harn S. 454. Lehre vom Gesamtstoffwechsel S. 456.	
Gärung, Ansichten über dieselbe S. 457. Ungeformte Fermente S. 459. Fäulniserscheinungen S. 459. Ptomaine S. 460.	
Beziehungen der Chemie zur Pathologie und Heilkunde S. 460. Bakteriologie S. 460. Antiseptische, narkotische, antipyretische Mittel S. 461.	
Beziehungen der Chemie zur Pharmazie S. 462.	
Geschichte der technischen Chemie in den letzten hundert Jahren	464
Einleitung S. 464. Technisch-chemische Unterrichtsmittel S. 465.	
Fortschritte der Metallurgie: Eisen, Stahl, Nickel S. 466. Silber, Galvanoplastik, Aluminium etc. S. 468. Mineralfarben S. 469.	
Entwicklung der chemischen Großindustrie	469
Schwefelsäure S. 470. Sodaindustrie S. 471. Salzsäure, Chlor und Chlorkalk S. 473. Jod, Brom, Salpetersäure S. 474. Schießpulver, Explosivkörper, Zündwaren S. 475 fig.	
Seifenfabrikation und zugehöriges S. 476. Ultramarin, Glasbereitung S. 477. Thonindustrie, Mörtel S. 478. Papierfabrikation; Stärke S. 479. Rübenzuckerindustrie S. 479.	
Gärungsgewerbe S. 481. Spiritusfabrikation S. 481. Schnell-essigbereitung S. 482.	
Anilinfarben und andere Theerfarbstoffe S. 482. Phtaleine, Azofarbstoffe S. 484. Alizarin, Safranin, Indigblau S. 484. Färberei S. 485. Gerberei S. 485.	
Steinkohlentheerprodukte S. 487. Beleuchtungs- und Heizstoffe S. 488.	

	Seite
Zur Entwicklung des chemischen Unterrichtes im 19. Jahrhundert, namentlich in Deutschland	490
Stand des Unterrichtswesens am Ende des 18. Jahrhunderts S. 490.	
Experimentalvorlesungen S. 491. Entwicklung des praktischen Unterrichtes: Berzelius S. 492. Liebig 492. Errichtung von Unterrichtslaboratorien in Deutschland S. 493. Unterrichtsverhältnisse in Frankreich, England etc. S. 494. Wichtige Verbesserungen der Laboratorien S. 496.	
Chemische Litteratur: Lehrbücher S. 497. Encyklopädien und Handbücher S. 498. Zeitschriften S. 498. Jahresberichte S. 499. Bedeutung der Kritik S. 500.	
Autorenregister S. 501.	
Sachregister S. 510.	

Erläuterung der bei Litteraturnachweisen gebrauchten Abkürzungen.

Ann. Chem.	Liebig's Annalen der Chemie und Pharmacie (seit 1832).
Ann. Chim.	Annales de Chimie et de Physique (seit 1816 6 Serien).
Ann. de Chimie	Dieselbe Zeitschrift 1789—1815.
Ann. of Phil.	Annals of Philosophy von Th. Thomson.
Ber.	Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft (seit 1868).
Bull. soc. chim.	Bulletin de la société chimique de Paris (seit 1864).
Compt. rend.	Comptes rendus des séances de l'académie des sciences.
Crell's Ann.	Chemische Annalen von L. v. Crell (1784—1805).
Gilb. Ann.	Annalen der Physik von Gilbert und Gren (1798—1824).
Jahresber. Berz.	Jahresberichte über die Fortschritte der Chemie und Mineralogie von Berzelius (1821—1847).
Jahresber. d. Chemie	Jahresberichte über die Fortschritte der Chemie von Liebig u. a. (seit 1847).
Journ. de Phys.	Journal de Physique (1778—1794; 1798—1823).
Journ. chem. soc.	Journal of the chemical society (London, seit 1848).
Journ. pr. Chem.	Journal für praktische Chemie, seit 1834 (Neue Folge seit 1870).
Mon. scient.	Moniteur scientifique von Quesneville.
Philos. Tr.	Philosophical Transactions of the royal society (London, seit 1666).
Pogg. Ann.	Annalen der Physik und Chemie von Poggendorff, seit 1824 (Neue Folge seit 1877).
Proc. roy. soc.	Proceedings of the royal society of London.
Schweigg. Journ.	Journal für Chemie und Physik von Schweigger (1811 bis 1833).
Ztschr. Chem.	Zeitschrift für Chemie (1865—1871), aus der Kritischen Zeitschrift (1858—1864) hervorgegangen.
Ztschr. phys. Chem.	Zeitschrift für physikalische Chemie, Stöchiometrie und Verwandtschaftslehre (Ostwald und van't Hoff) (seit 1897).

Einleitung.

Die Chemie wird in neuerer Zeit, etwa seit zwei Jahrhunderten, als Lehre von der Zusammensetzung der Körper definiert. Ihre erste Aufgabe besteht demnach in der Ermittlung der Bestandteile, aus denen die uns umgebende Körperwelt zusammengesetzt ist, sowie in der Auffindung der Mittel und Wege, aus jenen Bestandteilen die ursprünglichen, sowie neue chemische Verbindungen aufzubauen. Mit diesen analytischen und synthetischen Problemen geht die weitere Aufgabe Hand in Hand, die Gesetze festzustellen, nach denen die chemische Vereinigung von Stoffen sich vollzieht.

Die hier angedeuteten Probleme beschäftigen die Chemiker noch heute im weitesten Sinne des Wortes. — Die Aufgaben der Chemie waren aber in früheren Zeiten andere, und gerade durch die Verschiedenheit ihrer Ziele charakterisieren sich die verschiedenen Zeitalter, in welche sich die Geschichte dieser Wissenschaft gliedern läßt.

Die ältesten Völker, von denen sichere Nachrichten zu uns gelangt sind, die Ägypter, Phönizier, Israeliten u. a., besaßen wohl vereinzelte, durch Zufall erlangte Kenntnisse von chemischen Vorgängen, die jedoch nur der praktischen Nutzenanwendung, nicht dem Versuche einer zusammenfassenden wissenschaftlichen Erklärung unterlagen. Ähnlichen Verhältnissen begegnen wir bei den ersten Kulturvölkern Europas, den Griechen und Römern, welche ihre Bekanntschaft mit den meisten chemischen Thatsachen den oben genannten Völkern verdankten. Nirgends trat im Altertum das Streben hervor, durch zielbewußtes, planvolles Experimentieren Aufschluß über chemische Prozesse zu gewinnen. Obwohl die Alten solche, heutzutage als unentbehrlich erkannte Stützen, wie sie der exakte Versuch gewährt, nicht besaßen, scheuten sie dennoch vor Spekulationen nicht zurück, durch welche die Beschaffenheit der gesamten Welt erklärt werden sollte; ja, diese theoretischen Ansichten über

das Wesen der Materie, über die Elemente, aus denen die Welt bestehen soll, haben dem ältesten Zeitalter der Chemie sein eigenstes Gepräge erteilt. Auch haben manche dieser Lehren, insbesondere die des Aristoteles von den Elementen, lange Zeit fortgewirkt und insbesondere während des ganzen Mittelalters einen geradezu herrschenden Einfluß ausgeübt.

Aus der eben erwähnten Ansicht über die Elemente entwickelte sich die Lehre von der Metallverwandlung, oder vielmehr der feste Glaubenssatz, daß ein Element in ein anderes umwandelbar sei. Schon seit Beginn unserer Zeitrechnung richtete sich, zuerst in Ägypten, das Streben vieler auf die Überführung von unedlen Metallen in edle, auf die „Erzeugung“ von Gold und Silber.

Die Kunst, dies zu vollbringen, wurde nachweislich zuerst im vierten Jahrhundert, wahrscheinlich aber schon früher, *Chemia* (*χημεία*) genannt.¹ Daß diese Auffassung des Begriffs Chemie, bzw. der Aufgaben, welche sie zu lösen hat, während der folgenden Jahrhunderte die herrschende blieb, dafür sprechen viele Anzeichen; diese Auffassung liegt z. B. der Definition des im elften Jahrhundert lebenden encyklopädischen Schriftstellers Suidas zu Grunde: „Chemie, die künstliche Darstellung von Silber und Gold“, wie auch lange Zeit „*χημικοποίησις*“ als eine sehr gebräuchliche Bezeichnung für Chemie angewendet wird.

Diese Aufgabe, deren Lösung die sogenannte Alchemie² anstrebte, kennzeichnet die alchemistische Zeit, welche, etwa von dem vierten Jahrhundert unserer Zeitrechnung beginnend, sich bis zur ersten Hälfte des sechzehnten erstreckt. Eine scharfe Bestimmung des Anfangs alchemistischer Bestrebungen ist unmöglich, da ihr Ursprung sich in unsicheres Dunkel verliert. Durch die Arbeiten der Alchemisten, welche auf alle nur denkbare Art den Stein der Weisen, mittels dessen nicht nur edle Metalle erzeugt, auch das Leben verlängert werden sollte, zu gewinnen suchten, wurde übrigens der Kreis von Kenntnissen chemischer Thatsachen bedeutend erweitert.

¹ Diese Bezeichnung ist ägyptischen Ursprunges und lehnt sich wahrscheinlich an das nordägyptische Wort *chêmi*, den Namen für Ägypten, an. Dasselbe bedeutet aber auch „schwarz“, und so herrscht noch einiger Zweifel, ob unter *χημεία* in jener Zeit die ägyptische Kunst, oder — wie Hoffmann in dem Artikel „Chemie“ des Handwörterbuches (herausgegeben von A. Ladenburg) nachzuweisen sucht — die Beschäftigung mit einem schwarzen, für alchemistische Zwecke wichtigen Präparate verstanden wurde. Die Schreibweise *χημεία* und Ableitung dieses Wortes aus *χημός* können als unrichtig betrachtet werden.

² Diese Bezeichnung mit dem arabischen Präfix *al* hat sich frühzeitig eingebürgert.

In der ersten Hälfte des sechzehnten Jahrhunderts, etwa gleichzeitig mit der Reformation, also mit dem Anheben der neueren Zeit in der Weltgeschichte, beginnt eine neue Richtung in der Chemie sich geltend zu machen, ohne daß die alchemistischen Tendenzen sogleich verlöschen. Die Chemie, welche der Medizin schon in den vorausgehenden Zeiten durch Herstellung wirksamer Arzneimittel reichen Nutzen gebracht hat, wurde damals ausersehen, als Grundlage der gesamten Heilkunde zu dienen. Auf chemische Vorgänge im menschlichen Körper wurde Gesund- und Kranksein zurückgeführt; nur durch chemische Präparate sollte im letzteren Falle der normale Zustand wieder hergestellt werden können: kurz, das Aufgehen der Medizin in der Chemie, das Zusammenschmelzen beider, war das Losungswort, welches von Paracelsus ausgegeben wurde. van Helmont, de le Bœ Sylvius, Tachenius u. a. waren die Hauptvertreter dieser Richtung, welche das Zeitalter der medizinischen Chemie oder kurz das iatrochemische kennzeichnet. Daß nebenher, durch die Beschäftigung einzelner, wie des Georg Agricola, die technische Chemie gefördert wurde, blieb ohne Einfluß auf die jene Zeit beherrschende Gesamtrichtung.

Die iatrochemische Strömung wurde allmählich, von der Mitte des siebzehnten Jahrhunderts an, durch eine andere verdrängt. Die Chemie strebte kraftvoll danach, einen selbständigen Zweig der Naturforschung zu bilden und sich von anderen Wissenschaften unabhängig zu machen. Die Geschichte der eigentlichen, selbständigen Chemie beginnt mit Robert Boyle, der als ihre Hauptaufgabe die Erkenntnis der Zusammensetzung der Körper lehrte.

Seit Erfassung und Präzisierung dieser Aufgabe kann man von der Chemie als einer Wissenschaft reden, welche ohne Rücksicht auf praktische Zwecke, lediglich um die Wahrheit zu erkennen, ein ideales Ziel auf dem Wege exakten Forschens zu erreichen strebte.

Das wichtigste Problem, an dessen Lösung sich die hervorragenden Chemiker jener Zeit versuchten, bestand in der Frage nach der chemischen Ursache der Verbrennungserscheinungen. Seit Stahl's Erklärungsversuch der letzteren, erblickte man in dem — wie man meinte — bei jeder Verbrennung entweichenden hypothetischen Feuerstoff, dem Phlogiston, das gemeinsame Prinzip der Brennbarkeit. Diese Lehre beherrschte dermaßen die Chemiker am Ende des siebzehnten und während des größten Teils des achtzehnten Jahrhunderts, daß man berechtigt ist, diese Zeit nach dem Absterben der Iatrochemie als das Zeitalter der Phlogiston-Theorie zu bezeichnen.

Die Beseitigung der letzteren und ihr Ersatz durch das anti-phlogistische System Lavoisier's, bedeuten den Beginn des Zeitalters der Chemie, in welchem wir noch leben. Denn auf dem Grund, den Lavoisier und seine Mitarbeiter schufen, und welcher von Dalton, Berzelius und vielen anderen gefestigt worden ist, erhebt sich das Gebäude der neuen Chemie. Die Begründung und Entwicklung der chemischen Atomtheorie, der Ausbau letzterer in allen Teilen der chemischen Wissenschaft, kennzeichnen diese neueste Epoche, welcher die Zeit der Reform der Chemie durch Lavoisier als notwendiges Übergangsstadium vorhergeht, am besten, so daß man dieselbe als das Zeitalter der chemischen Atomlehre bezeichnen kann. Die Einsicht in diese Verhältnisse konnte nur auf Grund sorgfältiger quantitativer Untersuchungen gewonnen werden; die Wage wurde seit Lavoisier das wichtigste Instrument des Chemikers. Darauf hin hat H. Kopp die mit dem französischen Forscher beginnende Periode mit vollem Rechte das Zeitalter der quantitativen Untersuchungen genannt. — Zu der Hauptaufgabe der Chemie, welche in gründlichster Erforschung der Zusammensetzung der Körper besteht, hat sich in neuerer Zeit namentlich noch die gesellt: Beziehungen zwischen den physikalischen Eigenschaften der Körper und ihrer chemischen Zusammensetzung festzustellen. Alles aber wird von dem Lichte der Atomtheorie durchstrahlt, so daß man diese als den Leitstern der heutigen Chemie betrachten muß.

I. Älteste Zeit bis zum Auftreten der Alchemie.

Nach der oben gegebenen Charakteristik dieses Zeitalters kann man dasselbe als das der rohen Empirie chemischen Thatsachen gegenüber bezeichnen. In schroffem Gegensatze zu der Abneigung der alten Völker gegen Experimente, durch welche der Natur die Geheimnisse abgelascht werden müssen, steht ihre starke Hinneigung zur Spekulation, welche sich erkühnt, die letzte Ursache aller Dinge aufklären zu wollen. Aristoteles, der den Naturwissenschaften für lange Zeit die Richtung angab, hatte die Deduktion als den Weg bezeichnet, welcher zum Ziele führe. Statt sich auf Grund von genau beobachteten einzelnen Thatsachen zu allgemeinen Schlüssen zu erheben, wurde vorgezogen, vom Allgemeinen zum Besonderen herabzusteigen. Der Zustand der gesamten Naturwissenschaften, insbesondere der Chemie, in weit zurückliegenden Zeiten ist bedredtes Zeugnis dafür, wie die ärgsten Irrtümer infolge des lediglich deduktiven Verfahrens sich eingeschlichen und fest eingebürgert haben.

Über die theoretischen Ansichten der Alten, insbesondere der Griechen und Römer, geben uns die philosophischen Schriften der beiden letzteren ziemlich genauen Aufschluß. Für Beurteilung des empirisch chemischen Wissens jener Zeiten sind von großem Werte einzelne Werke des Aristoteles, sowie seines Schülers Theophrast Schrift: „περὶ λίθων“. — Ganz besonders reichen Einblick in die Kenntnisse der Alten gewähren die von Dioskorides verfaßten Bücher über „*materia medica*“ und einzelne Kapitel der „*historia naturalis*“ des älteren Plinius. Dioskorides, gegen Mitte des ersten Jahrhunderts n. Chr. zu Anazarbos geboren, erweiterte seine schon bedeutenden Kenntnisse durch Erfahrungen, die er auf ausgedehnten Reisen sammelte; sein Ansehen als Arzt hat sich bei den türkischen Ärzten bis auf den heutigen Tag erhalten. — Das oben genannte Werk des Plinius enthält überaus wertvolle Berichte, welche den Zustand des naturwissenschaftlichen Erkennens seiner Zeit gut beurteilen lassen, zeigt aber auch, daß der Verfasser seinem

ungeheuren Stoffe, den er aus älteren Schriften und Überlieferungen gesammelt,¹ nicht im geringsten aber durch Erfahrung sich zu eigen gemacht hatte, keineswegs gewachsen war.

Theoretische Ansichten über Zusammensetzung der Körper, insbesondere über die Elemente.²

Die Frage nach den letzten Bestandteilen der Körper, nach den Elementen, welche die Welt bilden, hat schon die ältesten Völker lebhaft beschäftigt. Eine erschöpfende Darstellung der darüber angestellten Spekulationen zu geben, liegt nicht im Plane dieses Werkes; vielmehr kommt es darauf an, nur diejenigen Ansichten hervorzuheben, welche einen nachhaltigen Einfluß auf die chemischen Anschauungen späterer Zeiten ausgeübt haben.

Dies gilt in hervorragender Weise von der Elementarlehre, welche von Empedokles herrührt, aber gewöhnlich den Namen des Aristoteles trägt, kaum dagegen von den Ideen älterer griechischer Philosophen über die Urstoffe, aus denen die Welt entstanden sein sollte. Ansichten wie die des Thales (im 6. Jahrhundert v. Chr.), daß das Wasser der Grundstoff sei, oder die des Anaximenes, Heraklit (im 6. Jahrh. v. Chr.), welche der Luft bezw. dem Feuer die gleiche Rolle zuschrieben, haben für die Entwicklung chemischer Kenntnisse keinerlei Bedeutung gehabt.

Demokrit (im 5. Jahrh. v. Chr.) ging bei seinen Spekulationen ebenfalls von einer Urmaterie aus, zergliederte diese aber weiter, indem er sie aus kleinsten Teilen, Atomen, bestehen ließ, welche durch Form und Größe, nicht dem Stoffe nach voneinander verschieden seien. Alle Veränderungen in der Welt sollen auf Trennung und Wiedervereinigung der Atome beruhen, die in fortwährender Bewegung gedacht wurden. Durch Epicur erfuhr diese Lehre, welche an die neuere chemische Atomtheorie zwar anzuklingen scheint, jedoch in Wirklichkeit nichts mit ihr gemein hat, einige Erweiterung, wie man namentlich aus dem Lehrgedichte des Lucretius „*de rerum natura*“ ersehen kann.

¹ Plinius, der Jüngere, charakterisierte das Werk seines Oheims als „opus diffusum, eruditum, nec minus varium, quam ipsa natura“, und gleiche Bewunderung wurde demselben von anderen zeitgenössischen Schriftstellern zu teil. — In höchst dankenswerter Weise hat neuerdings E. O. v. Lippmann in einer Abhandlung „die chemischen Kenntnisse des Plinius“ zusammenfassend beleuchtet (s. Mitteilungen aus dem Osterlande Bd. 5, 370 ff.).

² Vergl. Kopp, Gesch. d. Chemie I, 29 ff. II, 267 ff. Hoefler, Hist. de la chimie I, 72 ff.

Die bekannten vier sogenannten Elemente, Luft, Wasser, Erde, Feuer, wurden zuerst von dem geistesgewaltigen Philosophen Empedokles aus Agrigent (um 440 v. Chr.) als Grundlagen der Welt betrachtet, doch sind sie von ihm und Aristoteles, der sie in seine Naturlehre aufnahm, nicht als verschiedene Grundstoffe angesehen worden, sondern als verschiedene Eigenschaften, deren Trägerin eine einzige Urmaterie war.¹ Als Hauptqualitäten (*primae qualitates* der späteren Scholastiker) galten dem Aristoteles die sich durch den Tastsinn kundgebenden: warm, kalt, trocken, feucht. Jedes der vier sogenannten Elemente ist durch den Besitz von zwei dieser Eigenschaften gekennzeichnet, und zwar ist die Luft warm und feucht, das Wasser feucht und kalt, die Erde kalt und trocken, das Feuer trocken und warm. Die Verschiedenheit der Körperwelt soll also auf die der Materie inwohnenden Eigenschaften zurückgeführt werden. Aus der Annahme, daß diese letzteren sich verändern können, entsprang unmittelbar die Überzeugung, daß die Körper ineinander verwandelt werden können. So begreift man leicht, daß, gestützt auf derartige Spekulationen, der Glaube an die Überführung von Wasser in Luft sich festsetzen konnte; denn beide haben die Feuchtigkeit miteinander gemein, die dem Wasser eigentümliche Kälte könne aber durch Zufuhr von Wärme in die zweite Hauptqualität der Luft umgewandelt werden. Nahe genug liegt es, bei diesen Betrachtungen an die Aggregatzustände der Stoffe und an die Umwandlung des einen in den anderen zu denken. Durch Verallgemeinerung solcher Ideen wurde ohne Zweifel der den Grundzug des alchemistischen Zeitalters bildende Glaube an die Möglichkeit der Metallverwandlung groß gezogen.

Aristoteles hielt seine vier Elemente für unzulänglich, um die Erscheinungen der Natur zu erklären; er machte die weitere Annahme eines fünften, *ὀψία* genannten, welches eine ätherische, mehr geistige Beschaffenheit besitze und überall die Welt durchdringe. Als „*quinta essentia*“ hat dasselbe bei den Anhängern der aristotelischen Lehre im Mittelalter eine große Rolle gespielt und zu arger Verwirrung Anlaß gegeben, insofern seine Bereitung von Vielen angestrebt wurde, welche, der Auffassung des Aristoteles entgegen, ein körperliches Wesen darin vermuteten.

Einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit besitzt die Annahme, dass Empedokles und Aristoteles die Elementenlehre nicht aus sich selbst, sondern aus anderen Quellen geschöpft haben; es sei

¹ Vergl. die geistvollen Ausführungen von Th. Gomperz in seinem Werke Griechische Denker (Leipzig, Veit & Comp. 1894) S. 183 ff.

darauf hingewiesen, daß in den ältesten indischen Schriften gelehrt wird, die Welt bestehe aus jenen vier Elementen¹ und dem Äther,² dessen Verwandtschaft mit der *οὐσία* des Aristoteles sehr wahrscheinlich ist.

Wie weit die oben erörterten Ansichten der griechischen Philosophen über Elemente von der Auffassung der neueren Chemie abweichen, braucht nicht hervorgehoben zu werden.

Auch hinsichtlich des Begriffs „chemische Verbindung“ begegnet man, wenn auch nur spärlich, Meinungen, welche den heutigen geradezu entgegengesetzt sind: die Entstehung eines Körpers durch Wechselwirkung anderer wurde in jener Zeit als Erschaffung eines neuen Stoffes angesehen, und Vernichtung der ursprünglichen Substanzen, aus denen er hervorgegangen war, angenommen. Überall begnügte man sich mit theoretischen Erklärungen, ohne deren Richtigkeit mit Hilfe von Versuchen auf die Probe zu stellen. Dieser Mangel zeigt sich recht deutlich in der Art, wie sich die Alten den zahlreichen chemischen Thatsachen gegenüber verhielten, mit welchen sie auf empirischem Wege, meist sicherlich durch Zufall, bekannt wurden.

Empirisch-chemische Kenntnisse der Alten.³

Von den alten Kulturvölkern haben nachweislich in erster Linie die Ägypter ihre durch zufällige Beobachtungen erworbenen Kenntnisse von chemischen Vorgängen nützlich angewandt; das praktische Bedürfnis, der Wunsch, sich das Leben bequem zu gestalten, waren die Lehrmeister.

Ihr Land bildete eine Art Brennpunkt, in welchem sich das damalige chemische Wissen — wenn man ihre Bekanntschaft mit technischen Prozessen so nennen darf — vereinigte. Die Ägypter besaßen schon in frühesten Zeiten reiche Erfahrungen in der Bearbeitung von Metallen und Legierungen, in der Färberei, Glasbereitung, sowie in Herstellung und Anwendung pharmazeutischer und antiseptisch wirkender Präparate. Die eigentliche chemische Kunst, als „heilige“ (*ἅγια τέχνη*) verehrt, wurde von der Priesterkaste als wertvoller, nutzbringender Schatz gehütet. Nur Auserwählte vermochten in diesen Schatz einzudringen. Daß Laboratorien, in

¹ Statt Luft wird als Element Wind aufgeführt.

² So lehrte Buddha, wie aus dem „Anguttara Nikāja Vol. I. fol. ce“ hervorgeht (nach gütiger Mitteilung von Hrn. Dr. Pfungst). Dasselbst wird als sechstes Element das Bewußtsein genannt.

³ Vergl. Kopp, Gesch. d. Chemie Bd. III. u. IV. Höfer, a. a. O. I, 106 ff.

denen allerlei chemische Operationen ausgeführt wurden, mit den Tempeln verbunden waren, hat sich aus Inschriften klar ergeben, die in solchen Räumen aufgefunden sind (z. B. in Dendera, Edfu).

Von den Ägyptern haben, wie kaum zu bezweifeln, die Phönizier und Israeliten ihre Kenntnisse in der Herstellung wichtiger technischer Produkte empfangen. In gleicher, ja noch verstärkter Weise, ist den Griechen und später den Römern durch ihre innigen Beziehungen zu dem alten Lande *Chêmi* (s. S. 2 Anm.) ein Schatz von Erfahrungen erschlossen worden. An der Verbreitung solcher praktischen Kenntnisse hatten die Mitteilungen hervorragender Philosophen, eines Solon, Pythagoras, Demokrit, Platon, die das Vertrauen der ägyptischen Priester zu gewinnen verstanden, wesentlichen Anteil.

Alle diese so gewonnenen Kenntnisse aber waren und blieben empirische; die Zusammenfassung derselben unter gemeinschaftlichen wissenschaftlichen Gesichtspunkten, erfolgte in viel späterer Zeit. In diesem Abschnitte sind nur die im Altertum bekannten Teile der angewandten Chemie zu besprechen. Daß ein Volk von der großen Begabung wie die Griechen es nicht verstanden hat, die zahlreich vorhandenen Beobachtungen auf diesen Gebieten zusammenzufassen und aus denselben Schlüsse zu ziehen, lag an der ganzen geistigen Richtung, insbesondere an der Mißachtung der induktiven Methode. Die Meinung des Aristoteles, daß „gewerbliches Schaffen zu niederer Sinnesart führe“, war dabei gewiß maßgebend; diesem Grundsatz entsprechend hielten sich die gebildeten Griechen von der Ausübung und Beobachtung technisch chemischer Prozesse fern; eine theoretische Erklärung der dabei sich abspielenden Vorgänge lag außerhalb des Kreises ihrer Interessen. Dieser Teilnahmslosigkeit ist es gewiß zuzuschreiben, daß nur höchst selten die Entdeckung selbst der wichtigsten chemischen Prozesse sich an die Namen bestimmter historischer Personen knüpft, während die alten Schriftsteller über die Männer, welche haltlose Ansichten über die Zusammensetzung der Welt geäußert haben, genau berichten.

Bevor der Zustand der praktisch chemischen Kenntnisse im Altertum beschrieben wird, sei beiläufig bemerkt, daß infolge der Bezeichnung verschiedener Produkte mit einem und demselben Namen häufig große Unsicherheit geherrscht hat. Die Körper wurden nicht nach ihrem chemischen Verhalten, dessen Untersuchung den alten Völkern zu fern lag, unterschieden, sondern nach ihrem Aussehen und nach ihrer Herkunft beurteilt, so daß Verwechslung oder Identifizierung ähnlicher Körper oft vorkommen. Die gleichen Stoffe; z. B. Soda, hielt man je nach ihrem Vorkommen für verschieden,

wenn der äußere Habitus eine Ungleichheit anzuzeigen schien. Sorgfältiger Kritik hat es bedurft, und solche ist immer noch nötig, um die dadurch entstandenen Unklarheiten in den Angaben alter Schriftsteller zu beseitigen.

Metallurgie der alten Völker.¹

In den frühesten Urkunden der Kulturvölker (Ägypter, Israeliten, Inder u. a.) stößt man auf genaue Bekanntschaft mit der Bearbeitung verschiedener Metalle. Als diejenigen, welche diese Kunst gelehrt haben, werden auch von jüngeren Kulturvölkern mythische Personen genannt, bei den Griechen z. B. Prometheus, Kadmus etc. Sind die Übersetzungen der hebräischen, „Metalle“ bedeutenden Worte des Alten Testaments richtig, so haben die Israeliten sechs Metalle, nämlich: Gold, Silber, Kupfer, Eisen, Blei und Zinn gekannt; mit Sicherheit ist dies von den vier ersten zu behaupten, welche in der Natur gediegen vorkommen oder leicht gewonnen werden. Auf dem ältesten Denkmal finden sich diese in der eben angegebenen Reihenfolge verzeichnet.

Der Name „Metalle“ kommt nach Plinius daher, daß dieselben nie vereinzelt auftreten, sondern in Gängen hintereinander, *μετ' ἄλλω*, gefunden werden.² Als charakteristisch für ein Metall wurde schon früh sein Glanz, sowie die Dehnbarkeit und Festigkeit desselben betrachtet. Über die Entstehung von Metallen und Erzen im Innern der Erde, hatten sich die Alten die abenteuerlichsten Vorstellungen gebildet; sie glaubten auf Grund des gewichtigen Zeugnisses von Aristoteles, daß dieselben durch Zutritt von Luft zu den Eingeweiden der Erde erzeugt würden, und nahmen dem entsprechend an, daß in abgebauten Strecken der Bergwerke ein Nachwachsen der Erze stattfände.

Manche metallurgische Prozesse waren den Griechen und namentlich den Römern näher bekannt; man findet bei Dioskorides, Plinius und späteren Schriftstellern ziemlich genaue Angaben über Erzeugung und Schmelzen der Erze; aber eine Erklärung der dabei stattfindenden chemischen Vorgänge wurde nicht im geringsten versucht.

¹ Benutzt wurden folgende Werke: R. Andree: Die Metalle bei den Naturvölkern (Veit & Comp., Leipzig 1884). Beck, Geschichte des Eisens (Vieweg, Braunschweig, 1884. 2. Auflage 1891). O. Schrader: Sprachvergleichung und Urgeschichte (Jena 1883). Ferner verschiedene Abhandlungen von K. B. Hofmann, dem der Verfasser für mancherlei Mitteilungen zu großem Danke verpflichtet ist.

² Bei Herodot bedeutet *μέταλλον* Bergwerk.

Die edlen Metalle Gold und Silber, deren Beständigkeit im Feuer den Alten nicht entgangen war, sind am frühesten, schon in vorgeschichtlicher Zeit bekannt und hoch geschätzt gewesen, was durch ihr gediegenes Vorkommen und die Leichtigkeit ihrer Verarbeitung hinlänglich erklärt wird.¹ Die ungewöhnliche Dehnbarkeit des Goldes erregte im hohen Maße das Staunen der alter Völker und ermöglichte frühzeitig die Vergoldung von Gegenständen, durch Bedecken mit dünnen Blättchen des Metalls. Die später gelernte Applikation eines Goldüberzuges mittels des Amalgamierungsverfahrens war zu Plinius' Zeit schon länger bekannt.

Im zweiten Jahrhundert v. Chr. begegnen wir den ersten Angaben² über ein Kupellationsverfahren, durch welches das Gold von Beimengungen befreit werden soll, und zwar ist damals eine der sogenannten Bleiarbeit ähnliche Operation ausgeübt worden (Goldstaub wurde mit Blei und Salz tagelang geschmolzen). Auch die Reinigung des Goldes mittels Quecksilbers war zur Zeit des Plinius bekannt.

Das Silber, welches die rührigen Phönizier mutmaßlich aus Armenien und Spanien, wo reiche Silbererze noch jetzt vorkommen, den übrigen Kulturvölkern zuführten, wurde nach Strabo's Bericht, also zu Beginn unserer Zeitrechnung, auf ganz ähnliche Weise wie das Gold durch Zusammenschmelzen mit Blei gereinigt. Die Trennung des Silbers von dem Gold ist vor unserer Zeitrechnung, wie es scheint, nicht bekannt gewesen; Archimedes wenigstens war nach einer bekannten Erzählung³ nicht im Besitz eines Mittels, jene zu bewerkstelligen. Aus Andeutungen des Plinius geht jedoch hervor, daß zu seiner Zeit eine Art von Cementationsprozeß ausgeübt wurde, der wahrscheinlich in der Behandlung von silberhaltigem Gold mit Salz und Alaunschiefer bestanden hat.

Übrigens wurde die Legierung von Gold und Silber im Alter-

¹ Die Goldbergwerke Nubiens (der ägyptische Name *nub* = Gold hängt vielleicht mit der Bezeichnung jenes Landes zusammen) wurden von den Ägyptern sehr stark ausgebeutet; nach des Agatharchides, sowie Diodorus Siculus Berichten, die sich nicht ohne Mitgefühl für die zur Arbeit verwandten Sklaven lesen, schlemmte man das feingemahlene goldhaltige Erz und schmolz den schweren Rückstand; zu Ramses II. Zeit sollen die Bergwerke jährlich Gold im Werte von 2500 Millionen Mark geliefert haben. Das goldreiche Land Ophir, aus welchem die Phönizier das geschätzte Metall holten, wird in Indien, in Midian (Arabien) oder an der Ostküste Afrikas gesucht. Dasselbe regsame Handelsvolk erschloß den Griechen die ersten Goldbergwerke auf der Insel Thasos.

² Dieselben rühren von Agarthides her und finden sich bei Diodor.

³ Archimedes sollte feststellen, ob und wieviel Silber die Krone des Königs Hiero enthalte; er versuchte die Lösung dieser Aufgabe durch Bestimmung des spezifischen Gewichtes, also auf physikalischem, nicht auf chemischem Wege.

tum als besonderes, eigenartiges Metall betrachtet und von den Ägyptern *asem*, von den Griechen *ήλεκτρος* genannt (Bernstein ist zum Unterschiede *τὸ ήλεκτρον*). Auch daraus dürfte sich ergeben, daß ein Mittel zur Scheidung beider Elemente damals nicht bekannt war.

Die Angaben über das Kupfer (*Erz* genannt: *χαλκός*, *aes*¹), welches seit dem grauen Altertum bekannt ist (erstes Vorkommen in der neolithischen Steinzeit), beziehen sich häufig auf Legierungen desselben mit anderen Metallen, namentlich auf Bronze, welche bekanntlich sehr frühe Verwendung zu Waffen, Schmuck, sowie Gerätschaften gefunden hat. Das Kupfer, dessen Anwendung überall in prähistorische Zeiten zurückreicht, drängte sich an manchen Orten, z. B. in Ägypten, wo es gediegen vorkommt, gewissermaßen zum Gebrauch auf oder wurde aus Malachit und ähnlichen Kupfererzen leicht erschmolzen. Bronze kannten alle die genannten Kulturvölker, bevor sie den anderen Gemengteil derselben, das metallische Zinn, bereiten lernten. In altägyptischen Urkunden wird dieses niemals erwähnt. Über die Schmelzprozesse, durch welche das „Erz“ der Alten gewonnen wurde, ist nichts Sicheres überliefert.

Das Eisen, dessen Gewinnung und Bearbeitung, obwohl erst nach der des Kupfers und der Bronze erfunden, dennoch bis in die ältesten Zeiten hinaufreicht,² wurde in Schmelzöfen bereitet; Näheres über diesen Schmelzprozeß ist durch alte Schriftsteller nicht überliefert worden.³ Die Erze, welche zur Verwendung gelangten, waren mutmaßlich Brauneisenstein und Magneteisenstein; daß meteorisches Eisen zuerst benutzt worden sei, ist eine unbewiesene, auch unwahrscheinliche Annahme. Frühzeitig (im alten Ägypten) lernte man das Härten des Eisens, zur Zeit des Plinius kannte man seine unliebsame Eigenschaft, welche als Brüchigkeit bezeichnet wird; auch dessen Fähigkeit, durch Berührung mit dem Magnetstein die Eigentümlichkeit des letzteren vorübergehend anzunehmen, wurde beobachtet.

¹ Das römische *aes* hat gleichen Stamm mit dem Sanskritwort *ayas* für Erz; die spätere Bezeichnung *cuprum* für Kupfer gilt als Abkürzung von *aes cyprium*, so genannt wegen seines Vorkommens auf Cypern.

² Nach Lepsius war das Eisen bei den Ägyptern bereits vor 5000 Jahren in Gebrauch und diente vorzugsweise zur Anfertigung harter Instrumente, während aus Bronze Gerätschaften aller Art hergestellt wurden.

³ Altrömische Schmelzöfen nebst Zubehör sind kürzlich bei Eisenberg in der Pfalz ausgegraben worden. — Die Form von ägyptischen Geräten, welche beim Ausschmelzen des Eisens in Gebrauch waren, läßt sich annähernd aus Inschriften u. s. w. erkennen; bemerkenswert ist, daß die Form altägyptischer Blasebälge sich in den Ländern Innerafrikas noch bis auf den heutigen Tag erhalten hat.

Das Blei¹ ist ebenfalls schon in ältester Zeit bekannt gewesen; es wurde insbesondere von den Griechen, sowie Römern in größtem Maßstabe gewonnen und verwertet. Über die Schmelzprozesse, welche wahrscheinlich auf Treibherden vorgenommen wurden, wissen wir wenig, da des Plinius Schilderungen unklar sind. Wohl aber ist uns Manches über die Verwendung des Bleies zu Wasserleitungsröhren, zu Schreibtafeln, zu Münzen u. a. überliefert. Das Lötten mit Blei oder mit einer Legierung von diesem und Zinn war wohl bekannt. Da häufig Kochgefäße aus Blei hergestellt wurden, so hatte man häufig das Auftreten der Bleikrankheit beobachtet. Trotzdem galt das Metall als Heilmittel.

Das Zinn ist, wie neue Funde in ägyptischen Gräbern gelehrt haben, schon in alter Zeit ziemlich rein hergestellt und zu mancherlei Zwecken verwendet worden. In römischer Zeit wurde es als *Plumbum candidum*² von dem *Plumbum nigrum*, dem Blei, unterschieden. Seine Legierung mit diesem spielt, wie schon erwähnt, als „Lot“ eine wichtige technische Rolle. — Noch älter und bedeutungsvoller ist die Anwendung der Bronze,³ der man schon bei den ältesten Kulturvölkern begegnet.

Das Zink⁴ ist als Metall im Altertum gewiß nicht bekannt gewesen; wohl aber haben seine Legierungen mit Kupfer (*χαλκός*, *ὄρειχαλκός*) verbreitetste Anwendung gefunden.

Das Messing, dessen zuerst bei Aristoteles als „Erz der Mossinöken“ (daraus soll Mössing abgeleitet sein) Erwähnung geschieht, wurde lange Zeit als Kupfer, welches durch Schmelzen mit

¹ Vergl. K. B. Hofmann: Das Blei bei den Völkern des Altertums (Berlin 1885).

² Das Wort „stannum“, welches jetzt „Zinn“ bedeutet, scheint zu Plinius' Zeit eine Legierung von Zinn und Blei oder Werkblei bezeichnet zu haben. Ob das *κασσίτερος* der Ilias metallisches Zinn bedeutet hat, ist ebenfalls zweifelhaft. Ebenso ungewiß erscheint es, woher die Phönizier das also bezeichnete Metall (resp. eine Legierung) geholt haben, ob aus Indien, wohin sie Handelsverbindungen hatten, oder aus Britannien und Iberien. Die Lautverwandtschaft des Sanskritwortes „*kastira*“ mit *κασσίτερος* ist als Argument zu Gunsten der ersteren Annahme geltend gemacht worden (vergl. Al. v. Humboldt Kosmos II, S. 409).

³ Der Name, über dessen Entstehung viel gestritten wird, rührt nach K. B. Hofmann wahrscheinlich von dem, eine Legierung bedeutenden *βροντίζιον* her, welches Wort vielleicht dem Persischen entlehnt ist. Die schon zu Plinius Zeit verbreitete Auffassung, daß Bronze aus (*aes*) *Brundusinum* hervorgegangen sei, soll sich nicht als stichhaltig erweisen.

⁴ Vergl. K. B. Hofmann's Abhandlung in der Zeitschr. für Berg- und Hüttenwesen Bd. 41, Nr. 46—51.

einer Erde *cadmia*¹ gelb gefärbt war, angesehen, erst viel später als Legierung erkannt. Die Farbenänderung des Kupfers durch gewisse Zusätze hat dann im alchemistischen Zeitalter bei der Frage der Metallverwandlung eine wichtige Rolle gespielt.

Über Quecksilber findet man die ersten Nachrichten bei Theophrast (um 300 v. Chr.), welcher die Gewinnung desselben aus Zinnober mittels Kupfer und Essig angiebt und dasselbe als „*flüssiges Silber*“ bezeichnet. Dioskorides beschreibt die Darstellung des Quecksilbers, welches er zuerst *ὀρθόργυρος* nannte, aus Zinnober und Eisen, also einen Vorgang einfacher Wahlverwandtschaft, ohne jedoch den geringsten Versuch einer Erklärung des Prozesses zu machen. Man bediente sich zur Ausführung dieser Operation eines höchst unvollkommenen Destillationsapparates. Plinius erwähnt die Reinigung des Metalles mittels Durchpressens durch Leder, auch seine Giftigkeit. Daß andere Metalle, namentlich Gold, durch Quecksilber verändert werden, war den Alten nicht entgangen (vergl. S. 11); ja Vitruvius gab eine genaue Vorschrift, wie man aus abgetragenen gestickten Gewändern mittels Quecksilbers das Gold wiedergewinnen könne. — Über einige im Altertum bekannte Metallverbindungen soll weiter unten berichtet werden.

Anfänge technischer Chemie bei den Alten.

Glasbereitung. — Die Kunst, Gefäße aus Glas zu verfertigen, hat ihren Ursprung in China und Ägypten, und besonders in Theben lange Zeit ihren Hauptsitz gehabt; sie gelangte von da zu den Phöniziern und anderen Völkern des Morgenlandes, nachweislich erst im fünften Jahrhundert v. Chr. zu den Griechen. Bei Plinius findet sich die erste bestimmte Angabe, daß Glas durch Schmelzen von Sand und Soda bereitet werde.²

Frühzeitig verstand man die künstliche Färbung von Gläsern mit Metalloxyden, namentlich mit Kupferoxyd. Nach den mancherlei altägyptischen Funden muß die damalige Glasbereitung auf einer sehr hohen Stufe gestanden haben; denn man war mit der Herstellung von Emailen sowie künstlichen Edelsteinen vertraut. Nach

¹ Die „*cadmia*“ wird schon 300 v. Chr. als Heilmittel gerühmt und bedeutet wohl sog. Ofenbruch (Zinkoxyd) oder auch zinkreiche Erze. Nach K. B. Hofmann ist es nicht unwahrscheinlich, daß das Wort *Galmei* aus *cadmia* hervorgegangen ist.

² Die Entstehung von Glas ist jedenfalls durch Zufall beobachtet worden; als man in Ägypten zum Ausschmelzen des goldhaltigen Sandes diesem Soda als Flußmittel zugesetzt hatte.

Plinius verstand man Beryll, Opal, Saphir, Türkis, Amethyst u. a. nachzuahmen, aber dieselben auch von den wahren Edelsteinen zu unterscheiden (durch ihre größere Weichheit und Leichtigkeit).

Die älteste Glasfabrikation setzt jedenfalls die Bekanntschaft mit Soda oder Pottasche voraus; erstere wurde als Naturprodukt an gewissen Seen (z. B. in Macedonien, Ägypten) gefunden, das kohlen saure Kali aber schon in alten Zeiten durch Auslaugen der Asche von Pflanzen, nach Dioskorides auch durch Brennen von Weinstein gewonnen. Wegen ihrer ähnlichen Wirkungen wurden beiden Salze¹ häufig verwechselt; sie fanden ausgedehnte Verwendung zur Seifenbereitung, wie direkt zum Waschen von Zeugen, Reinigen von Häuten, sowie der Zähne (ähnlich wie jetzt noch die an kohlen saurem Kali reiche Tabaksasche manchmal zu gleichem Zwecke dient), auch als Zusatz zu Arzneien. Endlich wird Pflanzenasche, sowie Salpeter, als wirksames Düngemittel gerühmt.

Der Töpferkunst ist mindestens ein ebenso hohes Alter zuzuschreiben, als der Bearbeitung edler Metalle und des Glases. Schon die alten Ägypter verstanden die ursprünglich einfachen irdenen Gefäße mit bunter Emaille zu überziehen. In späterer Zeit blühte die keramische Industrie bei den Etruskern, sowie in manchen Städten Süditaliens und Kleinasiens. Das Porzellan, von den Chinesen entdeckt und gebraucht, blieb den alten Kulturvölkern gänzlich unbekannt.

Seifenbereitung. — Von nicht geringem Interesse ist die Thatsache, daß die Verseifung von Fetten mittels Alkalien behufs Gewinnung von Seife, also ein komplizierter Prozeß der organischen Chemie, schon in alten Zeiten ausgeübt wurde. Des Plinius Angaben darüber machen es wahrscheinlich, daß man in Germanien und in Gallien Seife aus tierischem Fett und Aschenlauge, welche durch Zusatz von Kalk verstärkt (kaustisch gemacht) wurde, bereitete; ja, es wurde ein Unterschied gemacht zwischen weicher und harter Seife, je nachdem Pottasche oder Soda — letztere aus der Asche von Strandpflanzen in Gallien gewonnen — zu deren Bereitung diente.²

Die Färberei gehörte ebenfalls zu den Künsten, in welchen es die Ägypter, Lydier, Phönizier und Israeliten weit gebracht hatten.

¹ Das hebräische „*neter*“ bedeutet wahrscheinlich Soda, während das lateinische „*nitrum*“ von Plinius für beide Alkalisalze gebraucht wird. Die Bezeichnung Alkali rührt von den Arabern her.

² Zweifelhaft erscheint es nach K. B. Hofmann's Forschungen, ob das *sapo* der Römer Seife bedeutet hat, und nicht vielmehr eine Haarbeize.

So war denselben die Fixierung gewisser Farbstoffe auf Zeugen mittels Beizen bekannt, wobei der Alaun¹ eine wichtige Rolle spielte; die Purpurfärberei hatte bei den Phöniziern einen hohen Grad der Ausbildung erlangt. Plinius kennt die Anwendung des Krappfarbstoffes, sowie der Orseille (des gätulischen Purpurs). Indigblau scheint damals mehr zum Malen als zum Färben gedient zu haben; sonst wurden als Malfarben mineralische Stoffe gebraucht, zur Zeit des Plinius hauptsächlich folgende: Bleiweiß, Zinnober, Mennige, Smalte,² Grünspan, Eisenoxyd, Kienruß. Letzterer diente, mit Gummi gemischt, auch als Tinte. Schwefelblei (Bleiglanz) hat — wie sich aus zahlreichen Untersuchungen³ der neueren Zeit ergeben hat — die Grundlage der viel benutzten altägyptischen Schminke *mesdem* gebildet, nicht das natürliche Schwefelantimon, wie man früher annahm. Das *mesdem* war auch ein sehr geschätztes Heilmittel. Die Verwendung von Antimonpräparaten gehört späteren Zeiten an. — Die Schwefelarsenverbindungen, Realgar und Auripigment, dienten sowohl zum Färben, wie auch als Heilmittel, obwohl man deren giftige Wirkungen kannte. Kurz, eine stattliche Zahl färbender chemischer Verbindungen war den Alten zugänglich. Einige unter denselben sind die ältesten chemischen Präparate gewesen, welche fabrikmäßig dargestellt wurden.

Die zum Teil schon erwähnte Anwendung solcher künstlich bereiteter Produkte in der Medizin reicht ebenfalls bis in alte Zeiten zurück, wenn auch da nur von ersten Anfängen einer pharmazeutischen Chemie die Rede sein kann; aber ein Zusammenhang zwischen der chemischen Kunst und Pharmazie stellte sich schon sehr frühe her, z. B. bei den Ägyptern, welche wohl die ersten waren, die eigentlich chemische Präparate zu Heilzwecken anwandten. So dienten Grünspan, Bleiweiß, Bleiglätte, Alaun, Soda, Salpeter zur Anfertigung von Salben und anderen Medikamenten; die Herstellung von Bleipflastern aus Bleiglätte und Öl wurde zur Zeit des Dios-

¹ Unter *συνπιπρία* oder alumen der Alten sind allgemein Substanzen von adstringierenden Eigenschaften zu verstehen, meist bedeuten jene Worte Alaun, welcher infolge seiner Gewinnung aus Alaunschiefer mit Eisenvitriol verunreinigt war.

² Davy hat in antiken Gläsern Kobalt nachgewiesen und angenommen, daß zu ihrer Herstellung Smalte gedient habe. Nach Angabe von Fouqué (Compt. rend. 108, 325) enthalten ägyptische Gläser als färbenden Stoff nur Kupferoxyd. Jedoch sind neuerdings wieder an ägyptischen Figuren Kobalt enthaltende Schmelzfarben nachgewiesen worden (K. B. Hofmann).

³ Zusammengestellt und kritisch gesichtet von K. B. Hofmann in seinem Vortrage: Über *Mesdem* (Mitteilungen des Vereins der Ärzte in Steiermark 1894, Nr. 1. u. 2).

korides viel betrieben. Eisenrost war ein sehr altes Heilmittel, dessen Verwendung man auf Äskulap zurückführte, Schwefel, sowie eisenhaltiger Kupfervitriol (*Chalcanthum*) gehörten schon vor unserer Zeitrechnung dem Arzneischatze an, während die so wichtigen Antimon- und Quecksilberpräparate erst im alchemistischen Zeitalter auftauchten.

Die meisten eben genannten officinellen Verbindungen fanden auch zu anderen Zwecken Verwendung, wie schon für einige angegeben ist. Das Verbrennungsprodukt des Schwefels z. B. benutzte man zum Räuchern (Homer), zum Reinigen von Stoffen, zum Konservieren des Weines, zum Zerstören unechter Farbstoffe (Plinius), Kupfervitriol und Alaun zu Färbereizwecken. — Um die Übersicht über die Kenntnisse der Alten hinsichtlich chemischer Verbindungen abzuschließen, sei noch folgender Körper gedacht, zu deren Nutzanwendung schon früh Veranlassung gegeben war. Der Kalk wurde schon in alten Zeiten gebrannt und nach dem Löschen zur Bereitung von Mörtel benutzt, auch, wie schon erwähnt, zum Kaustisieren von Soda (S. 15). — Von Säuren kannten die Alten am längsten die Essigsäure¹ als rohen Weinessig; in allen sauren Pflanzensäften nahm man die Gegenwart derselben an. Die für die chemische Technik so wichtigen Mineralsäuren wurden erst im folgenden Zeitalter entdeckt.

Andere zu Beginn unserer Zeitrechnung und wohl schon früher bekannte organische Verbindungen waren Stärke² (aus Weizen), manche fette Öle aus Samen und Früchten (welche ausgepreßt oder durch Auskochen mit Wasser vom Öl befreit wurden), Erdöl (Naphta), sowie Terpentinöl, welches durch Destillation des Fichtenharzes in sehr unvollkommenen Apparaten hergestellt wurde.³ Von fetten Ölen waren Oliven-, Mandel-, Ricinusöl u. a. bekannt und dienten zu mancherlei Zwecken, das erstere z. B. zum Extrahieren von Duft-

¹ Von der auflösenden Kraft des Essigs, Mineralsubstanzen gegenüber, hatten die alten Völker abenteuerlichste Vorstellungen, wie namentlich aus den übereinstimmenden Berichten des Livius und Plutarch hervorgeht, daß Hannibal auf seinem Zuge über die Alpen Felsen mittels Essigs aus dem Wege geräumt habe. Auch an die Erzählung des Plinius sei erinnert, nach welcher Kleopatra zur Bewahrheitung ihrer Versicherung, in einer Mahlzeit 1 Million Sesterzien verzehren zu können, kostbare Perlen in Essig aufgelöst habe, um sodann diesen Trank zu sich zu nehmen.

² *ἄμυλον*, welches nach seiner Bereitung ohne Mühlsteine so genannt wurde, und dessen Gewinnung Dioskorides beschrieben hat.

³ Nach gütiger Mitteilung von Hrn. Prof. K. B. Hofmann findet sich die erste Beschreibung einer *destillatio per descensum* bei Aëtius (Ed. Aldina fol. 10).

stoffen aus Blumen, Blättern etc. Ätherische Öle kannte und verwendete man in großer Zahl. — Eine bedeutsame Rolle spielten in der Heilkunde die thierischen Fette; bemerkenswert ist u. a. die nach Plinius häufige Verwendung des Wollfettes, welches heute als Lanolin zu neuem Leben gelangt ist. — Den Rohrzucker scheint Plinius nicht gekannt zu haben. Häufig finden sich bei ihm Angaben über das Vorkommen und die merkwürdigen Wirkungen von Pflanzengiften (Alkaloiden).

Die bei den mancherlei Gärungsprozessen (bei der Wein-, Bier- und Brotbereitung) sich bildenden Körper (Weingeist, Kohlensäure etc.) blieben den alten Völkern unbekannt. Wohl bemerkten sie hier wie bei anderen Gelegenheiten, z. B. bei Beobachtung natürlicher Gasausströmungen, das Auftreten einer die Atmung hemmenden, unter Umständen tödlich wirkenden Luftart; jedoch lag es ihnen fern, in dieser ein von der atmosphärischen Luft verschiedenes Gas zu erkennen.

Dieser Mangel an Beobachtungsgabe, diese Abneigung, einer Erscheinung auf den Grund zu gehen, ja eine gewisse Indolenz natürlichen Vorgängen gegenüber sind charakteristische Merkmale der Naturbetrachtung der Alten. Statt Versuche mit Naturprodukten anzustellen, wurde vielmehr die Spekulation zu Hilfe gerufen, und auf die oberflächlichsten Beobachtungen hin entstanden Meinungen, welche, wenn von angesehener Seite geäußert, die Macht von Lehrsätzen erhielten. Wie anders als aus einem hochgradigen Mangel an Beobachtungstrieb könnte man des Aristoteles Behauptung erklären, daß ein mit Asche gefülltes Gefäß ebenso viel Wasser aufnehme, als ein leeres! Als weiteres Beispiel für die Leichtgläubigkeit in jener Zeit diene die von Plinius ausgesprochene, allgemein geteilte Überzeugung, daß Luft in Wasser und umgekehrt dieses in Luft übergehen könne, daß ferner aus Wasser Erde entstehe, und der Bergkrystall daraus hervorgegangen sei. Die Annahme, daß Wasser in Erde umgewandelt werden könne, ist häufig wieder aufgetaucht und hat bis in die neue Zeit hinein die Geister beschäftigt; wir werden darauf, als Gegenstand einer wichtigen Streitfrage, zurückkommen.

II. Zeitalter der Alchemie.

In der Einleitung ist Agypten als das Mutterland der alchemistischen Bestrebungen bezeichnet worden. Für die Ausbreitung und das Bekanntwerden derselben war die alexandrinische Akademie in den ersten Jahrhunderten unserer Zeitrechnung besonders thätig; sie war Trägerin und Vermittlerin der alchemistischen Ideen insbesondere zu der Zeit, als das weströmische Reich aus den Fugen ging.

Die Versuche, unedle Metalle in edle umzuwandeln, haben ihre Quelle in oberflächlichen Beobachtungen gehabt, die den Glauben an die Metallverwandlung kräftig zu stützen schienen. Zu solchen zufälligen Wahrnehmungen gehörte die der Abscheidung von Kupfer aus Grubenwassern, welche sich in Kupferbergwerken angesammelt, und aus denen sich Kupfer auf eiserne Gerätschaften niedergeschlagen hatte. Was war natürlicher als eine Transmutation des Eisens in Kupfer anzunehmen! Für die Erzeugung von Gold oder Silber aus Kupfer schien die Überführung des letzteren in gelbe oder weiße Legierungen mittels erdiger Substanzen (Galmei, Arsenik) zu sprechen. Endlich wurde das Zurückbleiben von Gold und Silber aus ihren Amalgamen oder Legierungen mit Blei, nach dem Abtreiben des letzteren, sowie des Quecksilbers, als eine Erzeugung dieser edlen Metalle gedeutet.

Diesen, die Überzeugung von der Metallveredlung verstärkenden Umständen praktischer Natur, welche auf grober Selbsttäuschung der Beobachter beruhten, zum Teil aber von schlaun Betrügnern verwertet wurden, gesellte sich die zuerst in diesem Zeitalter auftretende Neigung hinzu, chemische Thatsachen unter gemeinsamen Gesichtspunkten theoretisch zusammenzufassen.

Gerade in der Art, wie man die Zusammensetzung der Metalle zu deuten versuchte, lag ein mächtiger, fort und fort wirkender Reiz, an die Metallveredlung zu glauben und diese immer von neuem zu versuchen. Die ersten Anfänge einer experimentellen Richtung,

welcher wir schon früh im alchemistischen Zeitalter begegnen, sind noch sehr unvollkommen, bedeuten aber dennoch einen wesentlichen Fortschritt, gegenüber der zuvor allein herrschenden deduktiven Methode, deren Frucht meist in der Aufstellung mystischer Kosmogonien bestand. Die wenigen Beobachtungen waren auf solche Weise vereinzelt, ohne ein geistig sie verknüpfendes Band geblieben.

Daß die Anläufe, um zur Erkenntnis von Naturvorgängen auf induktivem Wege zu gelangen, auch in dem alchemistischen Zeitalter nur schwach waren, erklärt sich aus der Herrschaft der aristotelischen Ideen, welche, verquickt mit neuplatonischer Philosophie, die Geister fast während des ganzen Mittelalters in Fesseln schlugen. Selbst die christliche Theologie mußte mit diesem System paktieren; das Produkt gemeinsamer Arbeit war die Scholastik, welche allen geistigen Bestrebungen jener Zeit ihr Gepräge erteilte und dieselben an freier Entwicklung hemmte. Die Verwandtschaft alchemistischer Tendenzen mit der aristotelischen Philosophie wurde schon angedeutet (S. 7).

Die Begrenzung dieses Zeitalters von dem ersten bestimmten Auftreten alchemistischer Vorstellungen (4. Jahrh.) bis zu dem kühnen Versuch des Paracelsus, der Chemie die Medizin dienstbar zu machen (Anfang des 16. Jahrh.), ist deshalb naturgemäß, weil innerhalb dieses Zeitalters ein und derselbe Grundton in allen auf Chemie bezüglichen Fragen durchklingt: die Idee der Metallveredlung. Von der Ausführbarkeit der letzteren war man Jahrhunderte hindurch so fest überzeugt, daß fast Alle, welche der Chemie ihre Kräfte weihten, und noch viele Unberufene hoffnungsvoll nach diesem ersehnten Ziele strebten. Die frühzeitig auftretende Beimengung astrologischen und kabbalistischen Unsinns zu den alchemistischen Bestrebungen läßt recht deutlich die Ausartung der letzteren erkennen.

Mit dem Erscheinen der neuen iatrochemischen Lehre hört die Alchemie keineswegs auf zu existieren, aber für die mehr und mehr in wissenschaftliche Bahnen einlenkende Chemie tritt sie zurück; wohl durchleuchten ihre verführerischen Probleme noch oft unheimlich das Lager der Chemiker und üben auf diese, selbst die hervorragendsten unter ihnen, einen merklichen Einfluß aus; aber auf die Hauptrichtung, welche die chemische Wissenschaft seit Boyle eingeschlagen hat, haben die alchemistischen Phantasien wesentlich nicht mehr eingewirkt. — Trotz dieses geringen Einflusses darf eine kurze Darlegung des Zustandes der Alchemie in den letzten vier Jahrhunderten nicht ganz fehlen und ist daher als Anhang diesem Abschnitte angefügt.

Allgemeine Geschichte der Alchemie.¹

Ursprung und erstes Auftreten alchemistischer Bestrebungen².

Die Quellen, aus denen der Glaube an die Ausführbarkeit der Metallverwandlung Nahrung erhielt, und welche im Laufe der Jahrhunderte zu dem breiten Strome ärgster Verirrungen anwuchsen, haben ihren Ursprung im grauen Altertume. Die Sicherheit eines Nachweises derselben hört hier vollständig auf; man steht mythischen und mystischen Überlieferungen gegenüber. Die ersten geschichtlichen Quellen fließen ebenfalls recht trüb und spärlich. Bei verschiedenen Völkern begegnet man bestimmten Anzeichen dafür, daß die Alchemie als eine geheime Wissenschaft betrieben und in Ehren gehalten worden ist.

Wenn man sich die Bedeutung des alten Ägyptens vergegenwärtigt, als eines Sitzes hoher Kultur, und insbesondere eines Landes, wo die chemische Kunst gepflegt wurde, so wird man sich nicht wundern, daß von dort die ältesten sicheren Nachrichten über Alchemie herrühren. Ägyptische Quellen, teils solche, welche uns der Papyrus von Leiden (3. Jahrh. n. Chr.) erhalten hat, teils Schriften der Alexandriner aus dem 3.—7. Jahrh. n. Chr. bilden die wichtigsten Hilfsmittel zum Nachweise des historischen Ursprunges der Alchemie. Der Einfluß der in diesen Werken enthaltenen Lehren und praktischen Vorschriften auf die Alchemie des ganzen Mittelalters ist nachzuweisen.

Die Sage, nach der mit anderem Wissen auch die Kunst, Metalle zu veredeln, von Dämonen aus dem Himmel auf die Erde gebracht sei, war in den ersten Jahrhunderten unserer Zeitrechnung allgemein verbreitet; nach Zosimos von Panopolis soll das geheimnisvolle Buch, in welchem die Kunst jener gelehrt wurde, $\chi\eta\mu\epsilon\upsilon$,

¹ Vergl. Kopp, *Gesch. d. Chemie* I, 40 ff. II, 141 ff.; ferner sein Werk: *Die Alchemie in älterer und neuerer Zeit* (Heidelberg 1886).

² Vergl. besonders M. Berthelot: *Les origines de l'alchimie* (Paris 1885) und *Introduction à l'étude de la chimie des anciens et du moyen-âge* (Paris 1889); ferner die treffliche Schrift von H. W. Schaefer; *Die Alchemie. Ihr ägyptisch-griechischer Ursprung etc.* Flensburg 1887. (Schulprogramm.) M. Berthelot hat sich durch Herausgabe, bezw. kritische Bearbeitung alter alchemistischer Werke (z. B. Papyrus von Leiden, griechischer, sowie arabischer Handschriften) sehr großes Verdienst erworben (in neuester Zeit sind von ihm in Verbindung mit Philologen herausgegeben: *Collection des anciens Alchimistes Grecs* und *La chimie en moyen-âge*).

und letztere *χημεία* bezeichnet worden sein. Diese Mythe entspringt gewiß einer ganz ähnlichen, in dem Apokryphenbuch Henoch aufbewahrten; ja, Anklängen an dieselbe begegnet man schon in der Genesis. Die späteren Alchemisten waren sogar geneigt, den Ursprung der Alchemie in die Zeit vor der Sintflut zu legen, in der Meinung, durch das hohe Alter erhalte ihre Kunst eine besondere Weihe. Überhaupt stempelten dieselben, unter Hinweis auf Stellen der heiligen Schrift, verschiedene biblische Persönlichkeiten zu Alchemisten, z. B. Moses und seine Schwester Mirjam, sowie den Evangelisten Johannes. Wenn solche, im Mittelalter entstandene Märchen Glauben fanden, so kann man sich nicht wundern, daß jene von alten Zeiten her überlieferten Erzählungen von dem Ursprunge dieser Kunst lange Zeit in Ansehen blieben.

Die erste Persönlichkeit, an welche die Alchemie ihren Ursprung anknüpfte, ist Hermes Trismegistos,¹ der dreimal Größte, gewesen; von ihm sollen Bücher über die heilige Kunst verfaßt worden sein; er wurde überhaupt als Erfinder aller Künste und Wissenschaften gefeiert. Die damals beliebten Ausdrücke Hermetik, hermetische Schriften, hermetische Kunst² haben noch bis in unser Jahrhundert hinein an diese durchaus mythische Persönlichkeit erinnert. Im römischen Ägypten waren zu Ehren dieses Hermes Säulen errichtet, auf denen man alchemistische Vorschriften in Hieroglyphen eingegraben hatte.

Wer ist nun dieser Hermes gewesen? Ohne Zweifel hat man in ihm, wie aus alten Überlieferungen hervorgeht, die personifizierte Idee einer Kraft zu suchen, nämlich die altägyptische Gottheit Thot (synon. Theuth), welche, mit dem Schlangensstabe als Symbol der Klugheit ausgestattet, von den Griechen mit ihrem Hermes verglichen wurde, daher diese letzte Bezeichnung auf den ägyptischen Gott überging.³ Als heilige, göttliche Kunst wurde die Alchemie, deren Aufgabe insbesondere die Bearbeitung der Metalle war, geheim gehalten, von der Priesterkaste gehegt und gepflegt; nur den Söhnen des Königs durften ihre Mysterien enthüllt werden. Ihr Ansehen

¹ Diese Benennung findet sich wohl zuerst bei dem griechischen Schriftsteller Tertullian (Ende des 2. Jahrhunderts unserer Zeitrechnung). Vergl. Schaefer a. a. O. S. 4 ff.

² Die Bezeichnung: spagirische Kunst (von *σπάω*, scheiden und *ἀγείρω* vereinigen abgeleitet) kommt erst im 16. Jahrhundert auf.

³ Als interessante Bestätigung dieser Identität ist der Umstand zu betrachten, daß in den Inschriften des dem Thot geweihten Tempels zu Dakke (am Nil) die drei Namen *Thot*, *Hermes*, *Mercurius*, ersterer in Hieroglyphen, Hermes in griechischen, der letzte in lateinischen Lettern vorkommen (Schaefer S. 7).

wuchs in dem Maße, als der Glaube sich festsetzte, Ägypten verdanke der Alchemie seine Reichthümer.

Wann und auf welche Art sich Einflüsse anderer Völker auf die Alchemie der Ägypter geltend gemacht haben, ist schwer festzustellen. Von den Sterndeutern Babylons ist ohne Zweifel eine Verschmelzung mit der Astrologie und Magie vorgenommen worden; insbesondere die während vieler Jahrhunderte angenommenen Wechselbeziehungen zwischen der Sonne resp. den Planeten und den Metallen sind altbabylonischen Ursprungs. Nach der Mitteilung des Neuplatonikers Olympiodor (im 5. Jahrh. n. Chr.) entspricht das Gold der Sonne, das Silber dem Monde, das Kupfer der Venus, das Eisen dem Mars, das Zinn dem Merkur, das Blei dem Saturn.¹ Lange Zeit, bis Ende des vorigen Jahrhunderts, sind die Metalle mit den Namen der Gestirne bezeichnet worden.

In den ersten Jahrhunderten unserer Zeitrechnung wurde — darauf lassen Stellen in den Werken des Dioskorides, Plinius und der Gnostiker schließen — die Umwandlung von Kupfer und Erzen in Silber und Gold als Thatsache angesehen.² Die schon bei Schriftstellern des ersten Jahrhunderts vorkommende „Verdoppelung der Metalle“, welche auch im Papyrus von Leiden eine wichtige Rolle spielt, scheint ebenfalls auf Metallverwandlung hinzuweisen. Die Bezeichnung „*Chemie*“ für diese Kunst kommt wohl zuerst in einem astrologischen Traktat des Julius Firmicus (im 4. Jahrh.) vor.

Die Angaben über die alchemistischen Bestrebungen mehren sich seit dieser Zeit, und zwar ist in den Schriften der damaligen alexandrinischen Gelehrten, namentlich von Zosimos, Synesius, Olympiodor manches darüber erhalten worden. Außer den eben Genannten sind noch einige pseudonyme Autoren, insbesondere Pseudodemokrit, als Zeugen für die Verbreitung der Alchemie herangezogen worden, jedoch ist die philologisch-historische Kritik noch nicht im stande gewesen, die Zeit genau festzustellen, in welcher die Werke jener verfaßt sind. Im Mittelalter scheute man sich nicht, die Schriften des falschen Demokrit, sowie eines Pseudo-Aristoteles als solche zu betrachten, welche von den berühmten Philosophen Demokrit und Aristoteles herrührten. Auch auf Thales, Heraklit, Platon führten die späteren Alchemisten unechte Schrif-

¹ Schon bei Galen finden sich Andeutungen über den Einfluß der Planeten auf die Metalle.

² Auch in China beschäftigte man sich damals mit Alchemie; die Umwandlung von Zinn in Silber, von diesem in Gold galt als thatsächlich ausgeführt.

ten zurück, um das hohe Ansehen dieser Männer für ihre Zwecke zu benutzen.

Zosimos von Panopolis, encyklopädischer Schriftsteller des 4. Jahrh., als eine der größten Autoritäten von den damaligen und den späteren Alchemisten verehrt, soll 28 Bücher, welche von Alchemie handelten, geschrieben haben, von denen aber nur spärliche Reste erhalten sind. Seine mystischen Rezepte lauten ganz unverständlich, doch ist von der Fixierung des Quecksilbers, von der Tinktur,¹ welche Silber in Gold umwandelt, sowie einem göttlichen Wasser (*Panacee*) deutlich die Rede. Auf das Werk des Pseudodemokrit: *φυσικά καὶ μυστικά* wird häufig Bezug genommen. Die bilderreiche geheimnisvolle Sprache des Zosimos ist offenbar auf die Werke der späteren Alexandriner, sowie weiterhin auf die der mittelalterlichen Alchemisten von maßgebendem Einfluß geblieben.

Die Zeit am Ende des 4. und Anfang des 5. Jahrh. ist offenbar die Periode der höchsten Blüte alchemistischer Studien bei den Alexandrinern gewesen; die auf uns gekommenen Werke des Synesius, sowie des Olympiodor, welcher den Beinamen *ποιήτης* (*operator*) trug, über Alchemie und Magie lassen freilich nur wenig Sicheres in Bezug auf bestimmte Operationen und Kenntnisse chemischer Thatsachen erkennen.

Wie viele für die Geschichte der Chemie wertvolle Werke mit dem durch Zerstörung des Serapeums besiegelten Zusammensturz hellenischer Kultur in Ägypten verloren gegangen sind, läßt sich nicht entfernt ermessen. Daß aber die Kenntnisse chemischer Operationen, überhaupt chemisches Wissen und Können nicht gänzlich zu Grunde gingen, dafür hatten einmal die frühzeitig entwickelten Beziehungen zwischen den Alexandrinern und byzantinischen Gelehrten gesorgt; denn vom 6. Jahrh. an fand die angewandte Chemie, zu welcher auch die alchemistischen Bestrebungen gezählt werden können, eine Pflanzstätte in Byzanz. Sodann aber wurden in Ägypten selbst die chemischen Kenntnisse durch jene Katastrophe nicht völlig ausgerottet; sie erwiesen sich dadurch lebensfähig, daß sie das Aufblühen gewisser Industriezweige beförderten, welche ohne sie vielleicht gar nicht zur Entwicklung gelangt wären. Endlich hatte sich die Überzeugung von der Metallveredelung schon zu fest gesetzt, als daß man diese Kunst, zu Reichtümern zu gelangen, hätte einschlummern lassen.

¹ Der später oft gebrauchten Bezeichnung „*mercurius philosophorum*“ begegnet man zuerst bei Synesius.

Die Alchemie bei den Arabern. — Zu neuer Blüte gelangten die in den Köpfen weniger Philosophen verborgenen Keime chemischer Kenntnisse durch die Araber, welche im 7. Jahrhundert Ägypten als Eroberer überfluteten. Dieselben schienen die Künste und Wissenschaften eher vernichten zu wollen, als daß man von ihnen eine Wieberbelebung derselben hätte erwarten sollen. Wunderbar, daß dieses ursprünglich der Wissenschaft fremde Volk zu einer Zeit, da in den meisten Ländern Europas die Kultur auf niedrigster Stufe verharrte, und alles unter dem Druck der durch die Völkerwanderung geschaffenen Umstände niedergebeugt war, sich der Pflege der Wissenschaften annahm und dieselben zu ungeahnter Blüte kommen ließ.¹

Das Auftreten der Araber in Ägypten, wo sie manche kostbare litterarische Schätze durch Feuer vernichteten, ließ eine derartige Sinnesänderung nicht ahnen; aber bald verstanden dieselben, die Elemente der Bildung von den unterjochten Völkern² in sich aufzunehmen, und so sehen wir, namentlich nach der Eroberung Spaniens (zu Anfang des 8. Jahrh.) viele Stätten der Gelehrsamkeit entstehen, zu denen in den nächsten Jahrhunderten die übrigen Länder Europas, zumal Frankreich, Italien, Deutschland, Scharen von Wißbegierigen sandten, welche daselbst vorzugsweise den Studien der Medizin, Mathematik und Optik obliegen konnten. Namentlich von den arabischen Akademien in Cordova und anderen Städten Spaniens aus, wo auch die Alchemie eifrig gepflegt wurde, fand diese ihren Weg nach den übrigen Abendländern, in denen sie jedoch erst im 13. Jahrhundert zu voller Entwicklung gelangen sollte.

Zu besonderer Berühmtheit und einem das ganze Mittelalter beherrschenden Ansehen gelangte der Arzt und Alchemist *Dschafar*, der unter dem Namen *Geber* den Abendländern bekannt blieb. Über

¹ Al. v. Humboldt gab dieser Bedeutung der Araber in folgenden Sätzen Ausdruck (Kosmos II, S. 239): „Die Araber, ein semitischer Urstamm, verschleichen teilweise die Barbarei, welche das von Völkerstürmen erschütterte Europa bereits seit 2 Jahrhunderten bedeckt hat. Sie führen zurück zu den ewigen Quellen griechischer Philosophie; sie tragen nicht bloß dazu bei, die wissenschaftliche Kultur zu erhalten, sie erweitern sie und eröffnen der Naturforschung neue Wege.“

² Auf den wichtigen Anteil, welcher den Nestorianern an der Übertragung wissenschaftlichen Geistes und praktisch-chemischer Kenntnisse auf die Araber zufällt, sei kurz hingewiesen. Auf Grund der neuesten Forschungen (Berthelot u. a.) besteht kein Zweifel darüber, daß gerade in Bezug auf chemisches Wissen die Araber dieser syrischen Kultur vieles, wenn nicht das meiste entlehnt haben.

sein Leben, das in das 9. und 10. Jahrhundert verlegt wird, weiß man nichts. Möglich auch, daß zuweilen Verwechslungen zwischen ihm und seinem (aus Tarsus stammenden) Schüler *Dschabir* vorgekommen sind.

Daß mit dem Namen *Geber* die Erinnerung an eine Persönlichkeit fortlebte, in der sich das chemische Wissen ihrer Zeit vereinigte, ist nicht in Abrede zu stellen. Aber erwiesen ist seit kurzem durch die verdienstvollen Bemühungen Berthelot's,¹ daß die, Geber zugeschriebenen lateinischen Schriften nicht von ihm herrühren können. Die älteste dieser, die berühmte *summa perfectionis magisterii* ist nicht vor Mitte des 14. Jahrhunderts geschrieben; noch späterer Zeit gehören die früher als echt angesehenen an: *De investigatione veritatis; de investigatione perfectionis metallorum*. Überhaupt sind alle vermeintlich Geber'schen Schriften apokryph. — Die auf uns gekommenen, von dem wahren Geber herrührenden arabischen Handschriften, die durch Berthelot's Bemühungen jetzt bekannt geworden sind, lassen erkennen, daß ihm bisher Kenntnisse und Meinungen zugeschrieben sind, die er nicht gehabt hat. Vielmehr lehnt Geber sich eng an griechisch-alexandrinische Alchemisten an und weist viele mystische Elemente auf, z. B. den Glauben an den Einfluß der Sterne auf die Metalle. — Von der ihm zugeschriebenen Theorie der Metalle (s. u.) findet sich in den erhaltenen Handschriften kein deutliches Anzeichen. — Hiernach kann also Geber die Bedeutung, die man ihm, als vermeintlichem Verfasser der lateinischen Schriften lange beigemessen hat, nicht zukommen. In diesen letzteren haben sich die in den auf Geber folgenden 4—5 Jahrhunderten angesammelten Kenntnisse niedergeschlagen.

Seine Nachfolger, berühmte arabische Ärzte, wie Maslema, Rhazes, Avicenna, Avenzoar, Abukases, Averrhoes, mögen auf die Entwicklung der Heilkunde und Pharmazie nachhaltigen Einfluß geübt haben. Ob sie die Chemie wesentlich bereichert haben, ist höchst zweifelhaft. Als bemerkenswert sei erwähnt, daß Rhazes die Transmutation der Metalle bestimmt annimmt, während Avicenna dieselbe bestreitet.

¹ S. Note 2 auf S. 21; vergl. auch zwei Abhandlungen Berthelot's in der *Revue des deux mondes* 1893 (15. Septbr. u. 1. Oktbr.).

Alchemie in den christlichen Abendländern während des Mittelalters.

Die Lehren der ägyptisch-griechischen, sowie der arabischen Alchemisten fanden allmählich den Weg nach Frankreich, Italien, Deutschland; auch haben gewiß byzantinische Gelehrte, wie Michael Psellus, zur Verbreitung alchemistischer Ideen beigetragen. In der That läßt das erste mit Sicherheit nachgewiesene Auftreten eines Alchemisten in Deutschland am Hofe Adalberts von Bremen (um 1063), über welches Adam von Bremen berichtet, diesen östlichen Einfluß bestimmt erkennen; ein getaufter Jude Paulus nämlich behauptete, in Griechenland die Kunst, Kupfer in Gold umzuwandeln, erlernt zu haben, und hat, wie es scheint, jenen Kirchenfürsten bethört. Dieser frühesten Nachricht alchemistischer Bestrebungen in Deutschland folgen bestimmte Mitteilungen erst im 13. Jahrhundert. In dieser Zeit gelangte die Alchemie, getragen von Namen, welche den Ruf größter Gelehrsamkeit in sich vereinigten, zu hoher Blüte.

Die Umwandlung unedler Metalle in edle mittels des Steines der Weisen bildete damals den Angelpunkt, um den sich alles chemische Wissen drehte. Von Vinzenz von Beauvais (in der ersten Hälfte des 13. Jahrh.) mit einiger Sicherheit behauptet, galt die Transmutation der Metalle Männern wie Albertus Magnus, Roger Baco, Arnaldus Villanovanus, Raymund Lullus, die nach der Zeit ihres Hauptwirkens dem 13. Jahrh. angehörten, für eine unumstößliche Thatsache. Nach ihren Behauptungen existiert der Stein der Weisen und besitzt die wunderbarsten Kräfte (s. u.). Ihre Lehrmeinungen wurzeln in denen der Aristoteliker, sowie der ägyptisch-griechischen Alchemisten. Im Anschluß an diese bedeutendsten Vertreter der Chemie, welche sämtlich dem geistlichen Stande angehörten, sei noch der berühmte Thomas von Aquino genannt, der zwar nicht die chemischen Kenntnisse wesentlich gefördert, wohl aber sich verschiedentlich für die Wahrheit der Metallveredelung ausgesprochen hat.

Der Bedeutung der vier zuvor Genannten für die Geschichte der Chemie entspricht es, einige biographische Notizen über sie einzuflechten; ihre Ansichten über das alchemistische Problem, sowie ihre praktischen chemischen Kenntnisse, sind in besonderen Abschnitten erörtert. An die Schriften jener Männer muß die Kritik mit Vorsicht herantreten, da viele in späterer Zeit verfaßte alchemistische Traktate unter ihren Namen in die Welt gegangen sind.

Albertus Magnus, eigentlich Albert von Bollstädt, i. J. 1193 zu Lauingen an der Donau geboren, lehrte als Dominikaner öffentlich in Hildesheim, Regensburg, Köln, Paris, wurde 1260 Bischof von Regensburg, zog aber schon 5 Jahre später die klösterliche Stille dem geräuschvollen Leben vor und starb im Dominikanerkloster zu Köln, nachdem er noch 15 Jahre lang sich wissenschaftlichen Arbeiten gewidmet hatte. Albertus Magnus stand schon bei seinen Zeitgenossen, mehr noch während des späteren Mittelalters im Rufe größter Gelehrsamkeit und vielseitigsten Wissens; die Stufenleiter desselben bezeichnet ein Schriftsteller des 15. Jahrhunderts, Tritheim, durch folgende Worte: „Magnus in magia naturali, major in philosophia, maximus in theologia.“ Auch wegen seines edlen Charakters wurde ihm die höchste Verehrung zu teil. Unter seinen zahlreichen Schriften nehmen die beiden: *De Alchymia* und *De rebus metallicis et mineralibus* für die Beurteilung seiner Stellung zur Alchemie die hervorragendste Bedeutung in Anspruch.

Roger Baco, um das Jahr 1214 in der Grafschaft Sommerset geboren, erwarb sich in Oxford und Paris neben theologischen naturwissenschaftliche Kenntnisse. Der Hochachtung vor seinem Staunen erregenden vielseitigen Wissen gab die Nachwelt Ausdruck in dem ihm beigelegten Titel *Doctor Mirabilis*. Da Baco sich nicht scheute, in manchen Fragen gegen den Autoritätsglauben seiner Zeit aufzutreten, so hatte er härteste Verfolgung und Strafen zu dulden; sein Tod fällt wahrscheinlich in das Jahr 1294.

Mit dem reichen Maß an Aufklärung, welche er besaß und verbreitete, steht in seltsamem, kaum begreiflichem Widerspruche seine feste Überzeugung von der Kraft des Steines der Weisen, der nicht nur ein millionenfaches Gewicht unedles Metall in Gold zu verwandeln, auch das Leben zu verlängern vermöge. Dieser offenen Anerkennung von Wunderwirkungen, dieser Hinneigung zum Unfaßlichen stellt sich die Thatsache schroff gegenüber, daß Roger Baco als eine besondere Art der Forschung, durch welche neue Mittel zur Erkenntnis der Natur geschaffen werden, die bewußte überlegte Anstellung von Versuchen lehrte. Er ist als der intellektuelle Urheber der experimentalen Forschung anzusehen, wenn man an einen Namen das Einschlagen dieser Richtung anknüpfen will, welche, von der Chemie mehr und mehr adoptiert, dieser Wissenschaft ihr eigenartiges Gepräge aufgedrückt und ihre stetige Fortentwicklung gesichert hat. Die bedeutendsten Werke von Roger Baco sind die folgenden: *Opus majus*. *Speculum alchemiae*. *Breve breviarium de dono Dei*.

Der Ausbreitung und Erweiterung praktisch chemischer Kenntnisse hat Baco allem Anschein nach nur wenig genützt.

In dem Leben und Wirken der beiden namhaften Alchemisten Arnaldus Villanovanus und Raymund Lullus spiegelt sich recht deutlich das alchemistische Treiben jenes Jahrhunderts; freilich herrscht bezüglich vieler Punkte namentlich im Leben des Lullus sowie auch bezüglich der ihm zugeschriebenen Werke große Unsicherheit. Beide Männer haben jedenfalls bei ihren Lebzeiten und während der folgenden Jahrhunderte in großem Ansehen bei allen Alchemisten gestanden. Arnald Villanovanus, dessen Herkunft ungewiß ist, wirkte in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts in Barcelona als Arzt, mußte aber, da seine Lehrmeinungen bei der Geistlichkeit großes Ärgernis erregten, von dort fliehen und fand erst, nachdem er weder in Paris noch in verschiedenen Städten Italiens Ruhe und Schutz vor Verfolgungen hatte erlangen können, ein Asyl in Sizilien bei dem König Friedrich II. Zu dem schwer erkrankten Papst Clemens V. nach Avignon gerufen, kam er auf dem Wege dorthin durch Schiffbruch ums Leben (etwa i. J. 1313). Von der Art und Wirksamkeit des Steines der Weisen hatte Arnald seine besonderen Ansichten, auch bezüglich der mit jenem erzeugten edlen Metalle (s. u.). Von seinen Schriften seien folgende genannt: *Rosarius philosophorum. De vinis. De venenis.*

Ein ähnlich unstetes Leben, wie das eben geschilderte, war dem Raymund Lullus beschieden, ein Leben, welches die größten Gegensätze und Exzentrizitäten in sich schloß. Bald nach seinem Tode Gegenstand sagenhafter Verherrlichung, besaß Lullus bei allen Alchemisten den Ruf, das höchste, was ihre Kunst zu leisten vermöge, ausgeführt zu haben. Die historische Kritik hat ihm gegenüber einen besonders schweren Stand; denn einmal sind viele der ihm zugeschriebenen Schriften sicher unecht und für die Frage, welche wirklich echt sind, fehlt es an Anhaltspunkten. Sodann schwebt ein tiefes Dunkel darüber, ob der Alchemist Raymund Lullus mit dem berühmten Grammatiker und Dialektiker dieses Namens, welchen seine Bewunderer den *Doctor Illuminatissimus* nannten, wirklich identisch ist; gegen diese von vielen gehegte Meinung sprechen aber sehr deutlich manche in des letzteren Werken sich findende Urteile über Alchemie.

Über das Leben des Raymund Lullus kommen die meisten Angaben dahin überein, daß derselbe um das Jahr 1235 geboren, einer edlen spanischen Familie entstammt, zuerst am aragonischen Hofe sich einem wüsten Leben hingab, vom dreißigsten Jahre ab aber den Freuden der Welt entsagte und sich den Wissenschaften wid-

mete. Wahrscheinlich haben Baco und Villanovanus ihn in die Geheimnisse der Alchemie eingeführt. In höherem Alter begeisterte sich Lullus für das Werk der Bekehrung von Ungläubigen, unternahm selbst zu diesem Zweck Reisen nach Afrika, fand aber dort mehrmals die übelste Aufnahme, zuletzt den Tod durch Steinigung (i. J. 1315). Die Sage ließ ihn nach dieser Zeit noch viele Jahre lang in rastloser Beschäftigung mit der Alchemie leben, doch ist die Unhaltbarkeit dieser Überlieferung nicht zu bezweifeln.

Seine alchemistischen Lehrmeinungen sind sehr dunkel gehalten; noch unverständlicher, in tiefes mystisches Dunkel gehüllt sind seine Vorschriften zur Metallveredelung. Kein Alchemist hat wohl vor ihm dem Stein der Weisen solche Leistungsfähigkeit zugeschrieben; denn er konnte übermütig ausrufen: „Das Meer wollt ich in Gold verwandeln, wenn es von Quecksilber wäre!“ Aber nicht nur Gold, auch alle Edelsteine und das höchste Gut, Gesundheit, sowie langes Leben, sollten durch den Stein der Weisen erzielt werden. Von seinen Schriften werden das *testamentum*, *Codicillus seu Vademecum* und *Experimenta* als echt angesehen.

Bald nach dem Tode des Lullus mögen die ersten lateinischen Schriften (z. B. die S. 26 genannte *Summa*) als von Geber verfaßt verbreitet worden sein. Bemerkenswert und für die ungefähre Feststellung ihres Alters wichtig ist, daß weder Albertus Magnus, noch Raymund Lullus auf diese Schriften Bezug nehmen, die seit Ende des 14. Jahrhunderts in wachsendem Ansehen standen. Die Kenntnisse, die sich aus den Werken Pseudo-Geber's ergeben, sind recht ansehnlich. Große Fortschritte offenbaren sich in den klaren Vorschriften zur Herstellung von Präparaten; die Anwendung von Gerätschaften, z. B. Wasserbad, Aschebad, verbesserten Öfen, die Beschreibung von Operationen, wie Sublimation, Filtrieren, Kristallisieren, Destillieren u. a. m.: Alles dies läßt den hohen Stand der praktisch-chemischen Kenntnisse Pseudo-Geber's deutlich erkennen. — Auf die wichtige Ansicht von der Zusammensetzung der Metalle aus Quecksilber und Schwefel ist weiter unten einzugehen.

Sonst weist in dem 14. und der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts die Geschichte der Alchemie keinen einzigen Vertreter auf, der sich mit den oben geschilderten Philosophen — so nannten sich mit Vorliebe die Alchemisten — messen könnte.

Damit soll jedoch nicht gesagt sein, daß die vermeintliche Kunst, Gold zu machen, eingeschlummert sei; vielmehr hat dieselbe in jener Zeit die seltsamsten Blüten getrieben. Wenn man die Pflege der Alchemie an einzelne Namen knüpfen will, so können

als solche, die im Besitz des wunderkräftigsten Steines der Weisen gewesen sein sollen, der Franzose Nikolaus Flamel, Isaak Hollandus der Ältere und der Jüngere, der Graf Bernhard von Trevigo, der Engländer Ripley genannt werden. Eine wertvolle Erweiterung des chemischen Wissens durch diese Männer hat die Geschichte der Chemie nicht zu verzeichnen.

An vielen Höfen Europas hatte zu jener Zeit die Alchemie Schutz und Pflege gefunden; nichts erschien ja einfacher, als mit Hilfe künstlichen Goldes die meist kläglichen Finanzen der Länder zu heben, wie man dies schon zu Zeiten des römischen Kaiserreichs zu erzielen gehofft hatte. Über die häufigen Enttäuschungen, welche früher oder später eintreten mußten, finden sich manche Dokumente in der Geschichte jener Jahrhunderte: Verbote der Beschäftigung mit Alchemie, Bedrohung der Zuwiderhandelnden mit den schwersten Strafen und Berichte über Entdeckungen großartigster Betrügereien. Besonderer Zuneigung erfreute sich die Alchemie am Hofe Heinrichs VI. von England, trotzdem die vorher regierenden Könige für ihren Hang zur hermetischen Kunst schwer hatten büßen müssen, auch ein strenges Gesetz gegen dieselbe von Heinrich IV. erlassen worden war. Die Folge der von jenem Könige ihr zugewandten Gunst war die Anfertigung großer Massen falschen Goldes, welches, ausgeprägt, die Nachbarländer überschwemmte. In Frankreich, welches damals von England mit Krieg überzogen war, versuchte Karl VII., irregeleitet durch einen Alchemisten Le Cor, das gleiche Experiment und vermehrte dadurch die Schuldenlast seines Landes beträchtlich; zu den von ihm in Umlauf gesetzten, aus alchemistischem Gold verfertigten Münzen kamen noch die aus England eingeführten „Rosenobles“. Solche in großem Maßstabe betriebene Falschmünzerei war nicht dazu angethan, das Ansehen der Alchemie zu heben.

Unter der Mißachtung, welche dieser zu teil wurde, litt in jener Zeit die Chemie selbst, die durch keinerlei bemerkenswerte That-sachen bereichert wurde; sie erhielt neues Leben erst durch das Wirken des Basilus Valentinus, dessen praktisch chemische Kenntnisse noch jetzt hohes Staunen erregen. Dieser merkwürdige Mann ist der eigentliche Vorläufer des iatrochemischen Zeitalters gewesen, wenn er sich auch von den Fesseln alchemistischen Glaubens nicht hat loslösen können. Über das Leben des Basilus ist so gut wie nichts bekannt; aus seinen Schriften kennt man seinen Namen, ungefähr die Zeit, in welcher er lebte, nämlich die zweite Hälfte des 15. Jahrhunderts, und weiß, daß er ein aus Oberdeutschland gebürtiger Benediktinermönch gewesen. Die wichtigsten seiner

Werke wurden zu Anfang des 17. Jahrhunderts von einem Ratskämmerer Tölde in Frankenhausen (Thüringen) veröffentlicht; ob dabei Änderungen und Zusätze mit untergelaufen sind, läßt sich nicht mehr feststellen. Soviel ist gewiß, daß Basilius Valentinus schon am Ende des 15. und zu Beginn des 16. Jahrhunderts von den Alchemisten als Orakel verehrt und höher als Geber, ja als Raymund Lullus geschätzt, auch von vielen der Alchemie ferner Stehenden bewundert wurde. Seine Werke verbreiteten sich durch Abschriften und erregten die Aufmerksamkeit des Kaisers Maximilian I. derart, daß dieser im Jahre 1515 eine genaue Untersuchung veranlaßte, in welchem Benediktinerkloster der gefeierte Verfasser gelebt habe; doch blieben die Nachforschungen ohne Erfolg und ebenso erging es späteren Bemühungen.

Über seine theoretischen Ansichten, sowie umfassenden praktisch chemischen Kenntnisse ist weiter unten zu berichten. Die mutmaßlich echten und zugleich wichtigsten Schriften von Basilius Valentinus sind folgende: *Triumphwagen des Antimonii*. — *Von dem großen Stein der uralten Weisen*. — *Offenbarung der verborgenen Handgriffe*. — *Letztes Testament*. — *Schlussreden*.

In dem erstgenannten Werk besitzen wir eine für jene Zeit bewundernswerte Monographie über ein Element und seine Verbindungen, deren Kenntnis zumeist erst durch Basilius erschlossen worden ist. Häufig erscheint die Sprache desselben durch mystische Bilder und alchemistische Vorstellungen getrübt, wird daher manchmal unverständlich. Aber während er einerseits als schwärmerischer Phantast auftritt, erregt er andererseits die höchste Bewunderung durch die Fülle seiner nüchternen gewissenhaften Beobachtungen, sowie durch seine vernünftigen Ansichten über Gegenstände, welche damals meist irrig beurteilt wurden. Mit Rücksicht auf die reichen Erfahrungen, die Basilius sich in der praktischen Chemie anzueignen gewußt hat, muß er als der hervorragendste Chemiker des ganzen alchemistischen Zeitalters gelten. Dadurch daß er mit genialer Kühnheit die Anwendung chemischer Präparate zu Heilzwecken vorschlug, hat er eine Richtung vorgezeichnet, die bald nach seinem Tode zur Herrschaft gelangte: die iatrochemische, welche für das folgende Zeitalter maßgebend wurde. Trotzdem war Basilius durch und durch Alchemist und hatte als solcher die höchstgespannten Vorstellungen von der Wirksamkeit des Steines der Weisen, wie denn auch vielen Iatrochemikern der Hang zur Alchemie, somit der feste Glaube an die Möglichkeit der Metallveredelung und der Lebensverlängerung eingewurzelt blieb.

Theorien und Probleme des alchemistischen Zeitalters.

Die alchemistischen Ideen mit ihrem Hauptsatze, daß Metalle in andere umgewandelt werden können, sind, wie oben dargelegt wurde, nachweislich zuerst in Ägypten aufgetaucht und systematisch gepflegt worden. Schon frühzeitig machte man dort den ersten Versuch, die angebliche Umwandlung der Metalle durch eine theoretische Auffassung von der Beschaffenheit der Metalle zu erklären. Dem gleichen Bestreben, nämlich die als unumstößliche Thatsache geltende Transmutation als Folge der Konstitution der Metalle hinzustellen, entsprang die in den Geber zugeschriebenen Werken enthaltene Lehre, welche im wesentlichen während des späteren alchemistischen Zeitalters die herrschende blieb; immer waren es die Metalle, welche zu den ersten chemischen Theorien Anlaß gaben.

Geht man auf den Kern der durch mystisches Beiwerk verschleierte Lehren der Alexandriner, so findet man, daß diese Philosophen von der Ansicht, die Metalle seien Legierungen verschiedener Zusammensetzung, durchdrungen waren. Daraus folgte weiter, daß durch Zuführung neuer oder durch Vertreiben schon vorhandener metallischer Substanzen eine Überführung von Metallen in andere möglich sein sollte. Solche Verwandlungen ähnlicher Körper ineinander erscheinen viel weniger wunderbar, als die von so unähnlichen, wie Luft, Wasser, Erde, welche nach den Lehren der Platoniker und Aristoteliker ineinander überführbar waren. Die Mittel, um dies mit den Metallen zu bewirken: die passenden Zusätze und vorzunehmenden Operationen wurden geheim gehalten oder bei Beschreibungen durch unklare bilderreiche Ausdrucksweise verdunkelt. Die verschiedene Farbe der Metalle und deren Veränderung durch Schmelzen mit anderen spielten bei den alchemistischen Prozessen eine hervorragende Rolle; dadurch, daß man einem unedlen Metall die Farbe eines edlen mitteilte, glaubte man viel erreicht zu haben. Färbung der Metalle war demnach für die Alexandriner und auch für die Alchemisten des Mittelalters gleichbedeutend mit Verwandlung insbesondere Veredelung derselben. Als Hauptoperationen finden sich die *Xanthosis* und *Leukosis*, sowie die *Melanosis* genannt, welche mit den beim Färben von Geweben ausgeführten Prozessen verglichen werden. Die alte Bezeichnung *tincturae* für die Mittel, jene Verwandlung zu bewirken, giebt der Vorstellung, daß die letztere in einer Färbung bestehe, deutlich Ausdruck.

Von einer bestimmten chemischen Vorstellung, einer Kenntnis der thatsächlichen Vorgänge, welche sich bei diesen vermeintlichen Metallwandlungen abspielen, ist, wie man annehmen darf,

keine Spur vorhanden gewesen. Wohl aber lagen den Bemühungen der alexandrinischen Alchemisten, edle Metalle aus unedlen hervorzubringen, rein philosophische Spekulationen zu Grunde, welche den Glauben an die Metallverwandlung kräftig angeregt und verstärkt hatten. Dieselben leiteten sich zum Teil aus den Schriften des Platon, insbesondere seinem „*Timäus*“ her, der bei den Alexandrinern im höchsten Ansehen stand, teilweise entstammten sie der Philosophie des Aristoteles. Die beiden Griechen vertraten die Auffassung, daß die sogen. Elemente im allgemeinen einer gegenseitigen Umwandlung fähig seien;¹ eine Ausdehnung dieser Idee führte zur Annahme, daß für die Metalle das gleiche gelte. Die schon angeführten Beobachtungen über vermeintliche Erzeugung edler Metalle aus unedlen wurden als Beweise für die Richtigkeit jener Voraussetzung angesehen.

Bei den großen abendländischen Alchemisten des 13. Jahrhunderts begegnen wir bestimmten Lehrmeinungen über die Zusammensetzung der Metalle. Albertus Magnus z. B. nahm als deren Bestandteile Arsenik, Schwefel und Wasser an, Arnald Villanovam und Lullus dagegen Quecksilber und Schwefel. Lullus trug sogar kein Bedenken, den Satz auszusprechen, daß alle Körper aus Quecksilber und Schwefel beständen!

Aus den bisher Geber zugeschriebenen Werken, die nach Berthelot nicht vor dem 14. Jahrhundert entstanden sind, tritt uns eine spezifisch chemische Theorie der Metalle entgegen, welche, durch die Autorität des berühmten Namens gestützt, im späteren Mittelalter allgemeine Anerkennung gefunden hat. Dieselbe enthält die ausgesprochen chemische Betrachtungsweise einer Körperklasse; sie sucht die Verschiedenheit der zu dieser gehörenden Substanzen durch Annahme einer eigentümlichen Zusammensetzung zu erklären. Die Metalle bestehen danach aus Schwefel und aus Quecksilber, welche in verschiedenen Mengenverhältnissen und in verschiedenen Graden der Reinheit, resp. mit unter sich abweichenden Eigenschaften darin enthalten sind.²

¹ Sehr klar geht diese Idee aus einer Stelle im *Timäus* hervor: „Wir glauben zu sehen, daß das Wasser durch Verdichtung zu Stein und Erde wird; durch Zerteilung wird es Wind und Luft; die entzündete Luft wird Feuer; dieses aber nimmt, verdichtet und ausgelöscht, wieder die Gestalt der Luft an, und letztere verwandelt sich in Nebel, welcher zu Wasser zerfließt. Aus diesem endlich gehen Steine und Erde hervor.“

² Den obigen beiden Bestandteilen der Metalle gesellte Pseudo-Geber zuweilen Arsenik als möglichen dritten hinzu, ohne jedoch dieser Erweiterung Gewicht beizulegen. — Auch erscheint seiner Lehre von der Zusammensetzung

Die Metallverwandlung besteht nach ihm in einer willkürlichen Abänderung jener Zusammensetzung, die Veredelung speziell in einer Reinigung und Fixierung des Quecksilbers. Der Gedanke, ein Metall ganz neu zu schaffen, den wir üppig entwickelt bei den abendländischen Alchemisten antreffen, ist in den Werken des Pseudo-Geber nicht zu finden. Dies, sowie die Anwendung seiner Theorie ergibt sich aus folgenden Sätzen, die sein theoretisch und praktisch chemisches Programm in sich fassen: „*Vorzugeben, einen Körper aus einem anderen auszuziehen, der ihn nicht enthält, ist Thorheit. Da aber alle Metalle aus Quecksilber und Schwefel bestehen, so kann man diesen das hinzufügen, was ihnen fehlt, oder das von ihnen fortnehmen, was im Überschusse vorhanden ist. Um dahin zu gelangen, wendet die Kunst an: die Calcination, die Sublimation, die Dekantation, die Auflösung, die Destillation, die Gerinnung (d. i. Krystallisation) und die Fixation. Die wirkenden Mittel sind die Salze, die Alaune, Vitriole, der Borax, der stärkste Essig und das Feuer.*“

Die ungleiche Herkunft der Geber bisher zugeschriebenen Werke liefert die Erklärung dafür, daß an manchen Stellen seiner Werke kein Unterschied gemacht wird zwischen den supponierten zwei Bestandteilen der Metalle und dem natürlichen Schwefel und Quecksilber, an anderen die Ansicht ausgesprochen wird, daß diese mit jenen nicht gleich seien. Das in den Metallen vermeintlich enthaltene Quecksilber, sowie der darin angenommene Schwefel wurden im letzteren Falle zu abstrakten Dingen gestempelt, zu Trägern gewisser Eigenschaften der Metalle: das Quecksilber erschien als Träger des Glanzes, der Dehnbarkeit, Schmelzbarkeit, also des eigentlich metallischen Verhaltens; der Schwefel dagegen wurde wegen seiner Brennbarkeit als Ursache der Veränderung vieler Metalle im Feuer, in diesen angenommen. Die edlen, im Feuer beständigen Metalle sollten demgemäß aus fast reinem Quecksilber bestehen, welches aber schon deshalb nicht dem bekannten gleich sein konnte, weil dieses flüchtig war; diese letztere Eigenschaft sollte ihren Grund darin haben, daß das gewöhnliche Quecksilber auch Schwefel enthielt. Mittels solcher und ähnlicher Annahmen setzte man sich leicht über die starken Widersprüche zwischen Theorie und Thatsachen hinweg; namentlich die Alchemisten späterer Zeiten leisteten darin Erstaunliches.

Um das im Sinne obiger Theorie mögliche Problem der Metallverwandlung zu lösen, sind nach Pseudo-Geber's Angaben sogenannte „Medizinen“ erforderlich, und zwar werden solche von verschiedener „Kraft und Tugend“ unterschieden. Die Medizinen

der Metalle hin und wieder die des Aristoteles über die vier verschiedenen Zustände der Materie beigemischt, und zwar werden die „vier Elemente“ gewissermaßen als entferntere, Quecksilber und Schwefel als nähere Bestandteile gedacht.

erster Ordnung bringen an unedlen Metallen wohl Veränderungen hervor, doch sind diese nicht von Bestand. Die der zweiten Ordnung sollen die Eigenschaften solcher Metalle zum Teil in die der edlen umwandeln;¹ die eigentliche Metallveredelung wird erst durch die Medizin dritter Ordnung hervorgerufen, welche als Stein der Weisen oder das *große Elixier* oder auch als *Magisterium* (Meisterstück) bezeichnet wird.² Die auf die Gewinnung der Medizinen höherer Ordnung bezüglichen Angaben von Pseudo-Geber sind völlig unverständlich; doch ist hervorzuheben, daß derselbe sich von den unglaublichen Übertreibungen fern gehalten hat, welche andere Alchemisten in Bezug auf die Wirksamkeit jener geheimnisvollen Präparate sich zu Schulden kommen ließen.

Man muß sich wundern, daß die mit ziemlich umfassenden chemischen Kenntnissen ausgerüsteten Alchemisten des 13. und 14. Jahrhunderts sich mit derartigen Spekulationen über die Zusammensetzung der Metalle begnügten, ohne zu versuchen, die in diesen und anderen Körpern angenommenen Stoffe wirklich darzustellen. Statt auf experimentellem Wege Einblick in die Zusammensetzung jener zu gewinnen, stellten sie, um naheliegende Einwürfe zu entkräften, neue Hypothesen auf, wie die, daß jene Bestandteile nicht den gewöhnlichen so benannten Stoffen gleich seien.

Eine Erweiterung durch Annahme eines dritten hypothetischen Bestandteiles, des Salzes, neben jenen beiden, erfuhr die obige Theorie der Metalle durch Basilius Valentinus.³ Unter *Salz* wurde von ihm nicht eine bestimmte chemische Verbindung, etwa das gemeine Salz verstanden, vielmehr galt dasselbe als Prinzip des Starren und Feuerbeständigen, wie andererseits der Schwefel die Brennbarkeit, resp. Veränderlichkeit im Feuer, auch die Farbe bedingen, das Quecksilber aber den metallischen Charakter und die Flüchtigkeit mit sich bringen sollte. Basilius verallgemeinerte seine Ansicht derart, daß er die genannten drei Grundbestandteile in allen Körpern annahm, welche Auffassung später Paracelsus sich zu eigen machte und seinen iatrochemischen Lehren zu Grunde legte.

Waren demnach schon die Ansichten über die Zusammensetzung auch der einfachen Körper, der Metalle, höchst unklar und gänzlich falsch, so begreift man, daß chemische Vorgänge, wie sie mit der

¹ Die bei späteren Alchemisten vorkommenden *Partikulare* scheinen den Medizinen zweiter Ordnung entsprochen zu haben.

² Von dem großen wurde später das kleine Elixier unterschieden, welches unedle Metalle nur in Silber umwandelt.

³ Schon vor Basilius war bei Isaak Hollandus die Rede von dem salzigen Grundstoff der Metalle.

Bildung neuer Verbindungen verknüpft sind, von den Alchemisten unmöglich richtig gedeutet werden konnten. Sehr unvollkommene Versuche, einzelne Beobachtungen theoretisch zu erklären, wurden gemacht, wobei sich die größten Irrtümer einschlichen; die Verkalkung der Metalle z. B. sollte auf dem Entweichen von Feuchtigkeit oder von irgend einem anderen Bestandteile beruhen, eine Ansicht, welche in der späteren Phlogistonlehre in veränderter Gestalt wieder auflebte. Wie wenig man sich bemühte, die wahren chemischen Bestandteile von Körpern zu entdecken, dafür legt die obige Theorie von der Zusammensetzung der Metalle beredtes Zeugnis ab.

Man kann den Satz aussprechen, daß erst mit dem erfolgreichen Bestreben, die wirkliche Zusammensetzung der Körper aufzufinden, die wissenschaftliche Chemie beginnt. Von dieser kann noch nicht die Rede sein zu einer Zeit, in der man für ausgemacht ansah, die Bildung einer chemischen Verbindung sei mit Vernichtung ihrer ursprünglichen Komponenten gleichbedeutend, es finde dabei eine Erschaffung neuer Substanz statt. Solche Meinung ist während des späteren alchemistischen Zeitalters die fast allein herrschende gewesen, während in den Werken des Pseudo-Geber richtigere Ansichten über die Zusammensetzung mancher chemischer Verbindungen durchblicken (so erkannte er Quecksilber und Schwefel als Bestandteile des Zinnobers).

Hand in Hand mit solchen durch keine Thatsachen gestützten Theorien wurde das Problem, den Stein der Weisen,¹ *mercurius philosophorum*, zu gewinnen, auf jegliche nur denkbare Weise von den abendländischen Alchemisten bearbeitet. Von solchen, welche in den glücklichen Besitz dieses Mittels zur Metallveredelung gelangt zu sein behaupteten, wurden demselben die unglaublichsten Wirkungen zugeschrieben. Um einen Begriff von der hochgradigen, durch das alchemistische Problem hervorgerufenen Geistesverirrung jener Zeit zu geben, seien einige von derartigen schwindelhaften Behauptungen namhafter Alchemisten über die Herstellung und die Macht des Steines der Weisen mitgeteilt.

Zur Bereitung des letzteren — so wurde insbesondere vom 13. Jahrhundert an allgemeiner gelehrt — war eine *materia prima* erforderlich und, diese zu gewinnen, galt als das schwierigste der ganzen Sache. Die unglaublichsten Stoffe, Naturprodukte jeder Art, wurden als Rohmaterialien zur Darstellung dieses Präparates in Angriff genommen und nach allen Richtungen hin bearbeitet. Die-

¹ Vergl. Engler's Festrede: Der Stein der Weisen (Karlsruhe 1889).

jenigen, welche den Stein der Weisen zu besitzen vorgaben, hüteten sich wohl, das Geheimnis ihrer *materia prima* zu verraten. In völlig rätselhaften Vorschriften schilderten sie allerhand Operationen mit ihren Präparaten,¹ brauchten dabei mystische Bilder, wie die des Drachen, des roten oder grünen Löwen, der Lilie, des weißen Schwans u. a. m., und wußten dadurch ihre Nachahmer, deren sich früher ganze Scharen, später vereinzelte sogar bis in unser Jahrhundert hinein fanden, in steter Spannung zu erhalten und zur Nach-eiferung anzuspornen. Daß dies möglich war, erklärte sich aus dem unerschütterlichen, im Mittelalter fast allgemeinen Glauben an die Metallveredelung mittels des Steines der Weisen.

Dem letzteren wurden die größten Wunderwirkungen zugesprochen; scheute sich doch ein Roger Baco nicht, zu behaupten, daß derselbe im stande sei, die millionenfache Menge unedlen Metalles in Gold zu verwandeln (*millies millia et ultra*). — Andere, z. B. Arnald Villanovanus, waren bescheidener in ihren Angaben über die Macht des Steines der Weisen, der die hundertfache Menge Quecksilber in Gold überzuführen vermöge. Wieder andere überboten dagegen die Versicherungen Baco's, wie aus folgender Stelle des dem Raymund Lullus zugeschriebenen *testamentum novissimum* hervorgeht: „Nimm von dieser köstlichen Medizin ein Stückchen, so groß als eine Bohne. Wirf es auf tausend Unzen Quecksilber, so wird dieses in ein rotes Pulver verwandelt. Von diesem giebt man eine Unze auf tausend Unzen Quecksilber, die davon in ein rotes Pulver verwandelt werden. Davon wieder eine Unze auf tausend Unzen Quecksilber geworfen, so wird alles zu Medizin. Derselben eine Unze wirf auf tausend Unzen neues Quecksilber, so wird es ebenfalls zur Medizin. Von dieser letzteren Medizin wirf nochmals eine Unze auf tausend Unzen Quecksilber, so wird es ganz in Gold verwandelt, welches besser ist als Gold aus den Bergwerken.“ Aus diesen und anderen schwindelhaften Behauptungen ersieht man klar, daß der einfache Standpunkt, den die ägyptisch-griechischen Alchemisten der Frage der Metallveredelung gegenüber eingenommen hatten, im späteren Mittelalter verlassen worden ist.

Solchen Ausschreitungen gegenüber, die eine Verhöhnung des gesunden Menschenverstandes in sich schließen, kann es nicht Wunder nehmen, zu erfahren, daß dem Stein der Weisen andere fast noch unbegreiflichere Wirkungen zugeschrieben wurden: Gesundheit und Leben sollten durch ihn, als eine Universalmedizin, gesichert und

¹ Der Prozeß des Fixierens, welcher Ausdruck das Festwerden des Quecksilbers bei der Veredelung andeuten sollte, war besonders wichtig.

erhalten werden. Derartige Behauptungen über die das Leben verlängernden Wirkungen des Elixiers sind ebenfalls im späteren Mittelalter aufgestellt worden, und es ist keine ungewöhnliche Versicherung, daß Adepten, die glücklichen Besitzer der *Panacee*, ihr Leben um 400 Jahre und mehr zu verlängern vermocht haben. Das lange Leben der Patriarchen wurde durch die Annahme erklärt, sie seien im Besitz jener Universalmedizin gewesen. Schon zur Zeit der arabischen Alchemisten hatte man dem künstlich dargestellten und sodann in trinkbare Form gebrachten Gold (*aurum potabile*) heilkräftige Wirkungen zugeschrieben, und aus solcher Meinung scheint der Glaube an die medizinische Kraft des Steines der Weisen hervorgegangen zu sein.

Die tollsten Blüten trieben die alchemistischen Vorstellungen gegen Ende des Mittelalters und zu Anfang der neueren Zeit, als die Erzeugung lebender Wesen mittels des Steines der Weisen als möglich betrachtet, ja thatsächlich gelehrt wurde; damit war der höchste Grad der Geistesverirrung erreicht.

Das traurige Bild, welches die Zustände der Alchemie in verschiedenen Zeiten vor uns entrollen, erhält noch dunklere Farben und tiefere Schatten durch die Thatsache, daß man, um die wunderbaren Wirkungen des Steines der Weisen zu erklären, sich nicht scheute, die Leistung göttlicher Beihilfe zu behaupten und die Prädestination in Anspruch zu nehmen. Mit dem Namen Gottes, mit Gebeten und Bibelsprüchen wurde von den Alchemisten des 13. Jahrhunderts und in noch höherem Grade von ihren Nachfolgern der grösste Mißbrauch getrieben. Auf solche Einzelheiten einzugehen, liegt hier keine Veranlassung vor; doch sollten derartige Verirrungen nicht unerwähnt bleiben, um die Art und Weise, wie die Probleme der Alchemie zu verschiedenen Zeiten behandelt wurden, im richtigen Lichte erscheinen zu lassen.

Auf die Entwicklung der Chemie als Wissenschaft haben die alchemistischen Lehren, insbesondere die Theorien über die Zusammensetzung der Metalle nur einen geringen, mittelbaren Einfluß gehabt. Ihre Ausschreitungen beanspruchen als arge Geistesverirrungen, die einen großen Teil der Gebildeten in Banden geschlagen hatten, einen noch größeren Wert für die Kulturgeschichte, als für die Geschichte der Chemie. Die Hauptbedeutung der Alchemie für letztere lag darin, daß durch das Streben nach Lösung des Problems der Metallveredelung die praktische Beschäftigung mit Stoffen aller Art angeregt wurde; die Folge davon war die nicht unerhebliche Erweiterung der praktisch-chemischen Kenntnisse im alchemistischen Zeitalter.

Praktisch-chemische Kenntnisse im Zeitalter der Alchemie.¹

Wenn man sieht, auf Grund welcher oberflächlicher Beobachtungen sich die Überzeugung, daß unedle Metalle in edle umwandelbar seien, festsetzte, und wie leicht gänzlich haltlose Theorien über die Zusammensetzung der Körper aufgestellt und aufgenommen wurden, so wird man sich nicht darüber wundern können, daß die Erklärung der schon im Altertum bekannten zahlreichen chemischen Vorgänge in der darauf folgenden Epoche keine großen Fortschritte aufzuweisen hat. Auch die in diesen Jahrhunderten hinzugekommenen chemischen Kenntnisse blieben wesentlich empirische; nur selten wurde die Zusammensetzung chemischer Verbindungen einigermaßen richtig gedeutet. Die phantastische, den exakten Wissenschaften fremde Behandlung der Chemie hat sich zur Genüge aus dem vorigen Abschnitte ergeben. Übrigens ist der Zuwachs von neuen Thatsachen zu den aus dem früheren Zeitraum überlieferten, die Vermehrung der Erfahrungen, welche auf dem Gebiete der technischen und pharmazeutischen Chemie, sowie bei der Herstellung chemischer Präparate gesammelt worden sind, nicht unerheblich gewesen.

Technische Chemie. — Die Metallurgie, an der sich die ersten Kräfte einer früh sich entwickelnden Technik gemessen haben, weist im ganzen nur geringe Fortschritte auf. Zwar gesellen sich gegen Ende des alchemistischen Zeitalters zu den bekannten Metallen einige andere: das als Halbmetall betrachtete Antimon, sowie Wismut und Zink, doch haben diese in dem Kreise metallurgischer Prozesse nur untergeordnete Bedeutung zu beanspruchen. Vom 11. Jahrhundert an hebt sich der Bergbau in den Abendländern, der deutsche insbesondere im Harz, in Nassau und Schlesien. In der Bereitung und Reindarstellung der Metalle machen sich jedoch nur geringfügige Veränderungen geltend, soweit man darüber jetzt Kenntnis hat.²

¹ Vergl. Kopp, Gesch. d. Chemie Bd. III. u. IV. Höfer, Histoire etc. Bd. I, 317 ff. Auch Gmelin, Gesch. d. Chemie. Vergl. ferner M. Berthelot's Werk: *La transmission de la science antique au moyen-âge*.

² Das Werk eines gegen Ende des 11. Jahrhunderts lebenden Benediktiners, Theophilus Presbyter, betitelt: *schedula diversarum artium*, giebt ein treues Bild von dem Stande des damaligen Kunstgewerbes, insbesondere der Verarbeitung der Metalle, wobei zum Teil auch auf deren Gewinnung aus den Erzen Rücksicht genommen ist. — Ein aus dem 10. Jahrhundert stammendes Manuskript *Mappae clavicula*, von Berthelot herausgegeben, enthält eine Ab-