

Chemie

— Grundbegriffe und ihre geschichtliche Entwicklung —

Mit Anmerkungen

von

Itsuo Fujiwara

und

Yuzo Matsuyama

SANSHUSHA

INHALT

Über die Entwicklung der Chemie zur Wissenschaft	1
Über die Erforschung einfacher chemischer Gesetze und die Bildung des Atombegriffs	4
Über das Periodensystem der Elemente	8
Über das Bohrsche Atommodell	12
Über die künstliche Düngung und die Stickstoffindustrie	17
Über die Entwicklung der Chemie der Kohlenstoffverbindungen	20
Über die Atomchemie	23
Anmerkungen	30
あとがき	43

Über die Entwicklung der Chemie zur Wissenschaft

Als der Mensch gelernt hatte, das Feuer zu beherrschen und sinnvoll anzuwenden, eröffnete sich ihm auch der Zugang zu einfachen chemischen Kenntnissen (Töpferei, Ausschmelzen von Metallen aus Gestein). Die Ägypter entwickelten um 1500 v. Chr. eine Art von chemischer Technik. Neben der Herstellung keramischer und metallischer Erzeugnisse kannten sie bereits die Gewinnung von Farbstoffen aus Pflanzen und Tieren, die Essigbereitung, die Glasherstellung und die Bereitung von Heilmitteln, Salben und Schminken. Plutarch* berichtet um 100 n. Chr., daß die Priester Ägyptens ihr schwarzerdiges Land Chemia* (cheme*, gr. schwarz) nannten. Nach 10 der Zerstörung Alexandrias* (641 n. Chr.) durch die Araber ging das ägyptische Wissen auf diese über. Aus Chemia wurde Alchemia durch Vorsetzen des arabischen Artikels „al“. Die Araber brachten chemisches Wissen über Spanien nach Europa. Das ganze Mittelalter hindurch beschäftigten sich Philosophen und Ärzte mit jener 15 geheimnisvollen Experimentierkunst, die wir heute Alchemie* nennen. Man wollte den „lapis philosophorum*“, den „Stein der Weisen“ suchen, mit dem es möglich sein sollte, billige Stoffe in Gold zu verwandeln und zugleich das Leben zu verlängern. Dabei wurden fortlaufend chemische Erkenntnisse gewonnen, neue Stoffe 20 ungewollt entdeckt und nach und nach eine chemische Experimentiertechnik entwickelt.

In der griechischen Philosophie ist schon von vier „Elementen*“ die Rede. Dieser Begriff war jedoch nicht im Sinne eines elementaren Bausteins der Stoffe gemeint (Abb. 1). Bis in das 5 Zeitalter der Alchemie hinein bestand diese Auffassung. Selbst die inzwischen hinzugekommenen „Elemente“ Quecksilber, Schwefel und Salz wurden vor allem symbolisch be-

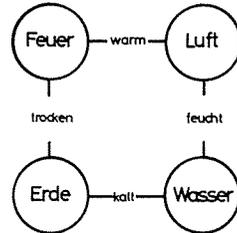


Abb. 1. Der Elementbegriff im Altertum und im Zeitalter der Alchemie

trachtet, sie vertraten das Wesen der Metalle, des Verbrennlichen und des Löslichen. Z. B. sollte Schwefel jedem brennbaren Stoff die Eigenschaft der Brennbarkeit verleihen. Die Metalle galten als umwandelbar, z. B. hielt man die Bildung eines goldfarbenen Metalls 15 (Messing!) aus Kupfer und Zink für einen neuen Stoff. Diese Auffassung vertrat noch Albertus Magnus* („De mineralibus“). Auch Georg Agricola* beschrieb die Unterscheidung und Bearbeitung der Erze nach alchemistischen Vorstellungen.

Als einer der ersten forderte Paracelsus* (Beiname des Theophrast 20 Bombast von Hohenheim) planvolles Experimentieren und geordnetes Sammeln der Einzelergebnisse zur Gewinnung von Heilmitteln. Die Iatrochemie* trat an die Stelle der Alchemie, die jedoch nebenher als reine Goldmacherkunst weiter betrieben wurde.

Erst Boyle* („The Sceptical Chemist“) betonte den stofflichen 25 Charakter der Elemente. Er forderte, „keine Theorie aufzustellen, ohne zuvor die darauf bezüglichen Erscheinungen geprüft zu haben“. Boyle führte bereits Analysen durch (von ihm stammt dieses Wort

im chemischen Sinne) und erkannte, daß ein Bestandteil der Luft die Verbrennung bewirkt.

Allerdings entwickelte sich um 1700 eine falsche Deutung für den Verbrennungsvorgang, die Phlogistontheorie*, die durch das ganze Jahrhundert hindurch bestehen konnte. Stahl*, der Leibarzt 5 Friedrich Wilhelms I.*, behauptete, beim Verbrennen entweiche aus dem brennbaren Stoff das Phlogiston. Nach seiner Ansicht war also das Metalloxid der einfache Stoff*, das Metall dagegen ein zusammengesetzter, eben der phlogistonhaltige* Stoff. Obwohl Stahl die Massenzunahme bei der Verbrennung bekannt war, hielt er 10 diese für eine nebensächliche Erscheinung. Selbst die Entdecker des Sauerstoffs, Scheele* (1772 aus Salpeter und Braunstein) und Priestley* (1774 aus Quecksilberoxid), waren Anhänger der Phlogistontheorie (Sauerstoff=dephlogistierte* Luft). Ein Gegner dieser Anschauungen war Cavendish*; er erkannte die Luft als konstant 15 zusammengesetztes Gemenge*, entdeckte den Wasserstoff und ermittelte die Zusammensetzung des Wassers.

Über die Erforschung einfacher chemischer Gesetze und die Bildung des Atombegriffs

Bei dem Versuch, den Vorgang der Verbrennung richtig zu erklären, bediente sich Lavoisier* der Waage. Durch genaueste quantitative Bestimmungen (z. B. Erhitzen des Quecksilbers im abgeschlossenen Luftraum, anschließende thermische Zersetzung des Quecksilberoxids und Bestimmung des ausgetriebenen Gases*) konnte er die Zusammensetzung der Luft finden und



5

10

Antoine Laurent Lavoisier (1743–1794) den Verbrennungsvorgang als Synthese mit Sauerstoff* (von Lavoisier stammt dieser Name) deuten. Dabei erkannte er viele Stoffe als Elemente und fand das
15 Gesetz von der Erhaltung der Masse*.

Lavoisier war nicht der erste Forscher, der die Waage für chemische Untersuchungen gebrauchte. Vor ihm hat bereits Lomonossow* das Gesetz von der Erhaltung der Masse erkannt, aber er blieb unbeachtet.

20 Auf die Frage Napoleons, wer der größte Kopf der Chemie sei, erhielt er zur Antwort: „Die Chemie hat kein großes Haupt mehr, seit Lavoisier das seine verloren hat.“ (Französische Revolution!)

ANMERKUNGEN

Über die Entwicklung der Chemie zur Wissenschaft

- s. z.
- 1 9 **Plutarch** [plu'tarç]: プルタルコス (46 頃-120 頃) 古代ギリシアの伝記作者, 哲学者. 主著に『英雄伝』がある.
 - 10 **Chemia** ['ke:mia], **cheme** ['ke:me].
 - 11 **Alexandria**: 紀元前 4 世紀にマケドニアのアレクサンドロス大王 (前 356-前 323) によってエジプトに建設された都市.
 - 16 **Alchemie**: = Alchimie 「錬金術」.
 - 17 **lapis philosophorum**: (ラテン語) 「賢者の石」. lapis 「石」, philosophorum は philosophus 「賢者, 哲人」の複数・属格.
 - 2 1 **vier Elemente**: 「四元素」. 古代ギリシアの哲学者エンペドクレス (前 495-前 435) によって万物の根源とみなされた火, 水, 土, 風.
 - 16 **Albertus Magnus** [al'bertus 'magnus]: アルベルトゥス・マグヌス (1193 頃-1280) 本名 Albert, Graf von Bollstädt. ドイツ当代の代表的錬金化学者, スコラ学者, アリストテレス学者. 化学反応の原因として化学親和力を考えたと伝えられる. 主著に „De mineralibus“ (ラテン語) 『鉱物について』がある.
 - 17 **Agricola, Georg**: [a'gri:kola, ge'ɔrk]: アグリコラ (1494-1555) 本名 Bauer, Georg. Agricola は本名 Bauer をラテン語化したもの. 近世初期におけるドイツの冶金学の創設者. 主著に „De Rē Metallica“ (ラテン語, 1550 年) 『鉱山学について』がある.
 - 19 **Paracelsus** [para'tselzʊs], **Philippus Aureolus**: パラケルスス (1493-1541) 別名 Theophrast Bombast von Hohenheim. スイスの医学者, 自然哲学者. 三元素 (水銀, 硫黄, 塩) 説を提唱. 水銀, 銅などの金属を初めて内服薬として使用.
 - 22 **Iatrochemie**: 「医療化学」. iatro はギリシア語の iatros „Arzt“ に語源をもつ. 人体の生命現象を化学現象で説明し, 専ら化学薬品で病気をなおそうとし, また 16・17 世紀には不老長生薬の発見

に努めた化学.

- 2 24 **Boyle** [boil], **Robert**: ボイル (1627-1691) イギリスの化学者, 物理学者. 多数の元素の存在を仮定. ボイルの法則を発見.
- 3 4 **Phlogistontheorie**: 「フロギストン説, 燃素説」. 燃焼の現象を元素フロギストンに帰する説. J. J. ベッヒアー (1635-1682 ドイツの化学者, 医学者) が提唱, G. E. シュタール (下記注参照) が命名.
- 5 **Stahl, Georg Ernst**: シュタール (1660-1734) ドイツの生理学者, 化学者. フロギストン説を擁護し, 化学の発展に大きな支障をきたした.
- 6 **Friedrich Wilhelm I.**: フリードリヒ・ヴィルヘルム 1 世 (1688-1740) プロイセン王. プロイセン興隆の基礎を築いた.
- 8 **der einfache Stoff**: 「単体, 単一物質」. Element が元素を表わすのに対し, 単体は単一元素だけからなる物質を表わす.
- 9 **phlogistonhaltig**: 「フロギストンを含有した」.
- 12 **Scheele** ['ʃe:lə], **Karl Wilhelm**: シェーレ (1742-1786) スウェーデンの化学者. 塩素, バリタ水, 酸素, アンモニアなどを発見.
- 13 **Priestley** ['pri:stli], **Joseph**: プリーストリー (1733-1804) イギリスの化学者, 神学者. 後にアメリカへ移住. 酸素, アンモニア, 塩化水素などを発見.
- 14 **dephlogistiert**: 「フロギストンが去った」.
- 15 **Cavendish** ['kævəndiʃ], **Henry**: キャヴェンディッシュ (1731-1810) イギリスの物理学者, 化学者. 水素を発見, 水の組成を解明. 静電気, 比熱, 地球の比重なども研究.
- 16 **konstant zusammengesetztes Gemenge**: 「恒常的に組成されている混合物」.

Über die Erforschung einfacher chemischer Gesetze und die Bildung des Atombegriffs

- 4 2 **Lavoisier** [lavwa'zje], **Antoine Laurent**: ラヴォアジエ (1743-1794) フランスの化学者. 燃焼が酸化現象であることを解明し, フロギストン説を否定. 水の組成を解明し, 質量保存の法則を確立.

- 4 10 **Erhitzen des Quecksilbers im abgeschlossenen Luftraum, anschließende thermische Zersetzung des Quecksilberoxids und Bestimmung des ausgetriebenen Gases:** 「密封された空気中における水銀の加熱, それに引き続いて酸化水銀の熱分解と, その際放出されるガスの測定」.
- 13 **Synthese mit Sauerstoff:** 「酸素との化合」.
- 15 **Gesetz von der Erhaltung der Masse:** 「質量保存の法則」. 化学反応の前後において, 反応物の全質量と生成物の全質量とが等しいという法則.
- 18 **Lomonossow [lomo'nɔsɔf], Mikhail Vasilievich:** ロモノソフ (1711-1765) ロシアの科学者. 燃焼の現象を研究し, 質量保存の法則に近い考えを抱く. 化学変化を原子論的に解釈.
- 5 1 **„Traité élémentaire de Chimie“ [trete elemãter dã jim]:** 『化学元素論』.
- 9 **Proust [prust], Joseph Louis:** プルースト (1754-1826) フランスの化学者. 後にスペインで研究に従事. 定比例の法則を発見.
- 11 **Gesetz der konstanten Massenverhältnisse (Gesetz der konstanten Proportionen):** 「定比例の法則」. 化合物の成分元素の質量比は常に一定であるという法則.
- 11 **Richter, Jeremias Benjamin:** リヒター (1762-1807) ドイツの化学者. 元素, 化合物を数量的に表示し, 相互比例の法則を発見.
- 12 **die stöchiometrischen Berechnungen:** 「化学量論的計算」. 化学量論とは元素や化合物の反応する割合を数量的に表わすこと.
〈例〉 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
- 12 **Äquivalentmasse:** 「化学当量」. 一定量の水素に反応, または置換する元素の量の水素の量に対する質量比.
- 16 **Dalton [ˈdɔ:ltən], John:** ドルトン (1766-1844) イギリスの化学者, 物理学者. 原子量概念を確立(ただし, 彼の考えた原子は現在の分子に相当). 倍数比例の法則, 混合気体の分圧の法則を発見.
- 17 **Berzelius, Jöns Jakob:** ベルセーリウス (1779-1848) スウェーデンの化学者. 多数の元素の原子量を決定. 今日用いられている元素記号を制定. 原子価の理論で陽性の原子と陰性の原子が結合