

- [78] N. E. Dixon, G. A. Lawrance, P. A. Lay, A. M. Sargeson, *Inorg. Chem.* 22 (1983) 846.
- [79] D. G. Gaswick, A. Haim, *J. Am. Chem. Soc.* 96 (1974) 7845.
- [80] A. Haim in [1], S. 273.
- [81] J. R. Winkler, D. G. Nocera, K. M. Yocom, E. Bordignon, H. B. Gray, *J. Am. Chem. Soc.* 104 (1982) 5798.
- [82] S. S. Isied, G. Worosila, S. J. Atherton, *J. Am. Chem. Soc.* 104 (1982) 7659.
- [83] Den Stand der Forschung auf diesem Gebiet demonstriert der kürzlich erschienene Beitrag über gemischtvalente $\pi d^5/\pi d^6$ -Moleküle: C. Creutz in [1], S. 1.
- [84] G. C. Allen, N. S. Hush, *Prog. Inorg. Chem.* 8 (1967) 357.
- [85] N. S. Hush, *Prog. Inorg. Chem.* 8 (1967) 391.
- [86] M. B. Robin, P. Day, *Adv. Inorg. Chem. Radiochem.* 10 (1967) 247.
- [87] C. Creutz, H. Taube, *J. Am. Chem. Soc.* 91 (1969) 3988; 95 (1973) 1086.
- [88] D. O. Cowan, F. Kaufman, *J. Am. Chem. Soc.* 92 (1970) 219.
- [89] P. Ford, F. P. De Rudd, R. Gaunder, H. Taube, *J. Am. Chem. Soc.* 90 (1968) 1187.
- [90] R. S. Mulliken, W. B. Person: *Molecular Complexes*, Wiley, New York 1969, Kap. 2.
- [91] B. Mayoh, P. Day, *J. Am. Chem. Soc.* 94 (1972) 2885; *Inorg. Chem.* 13 (1974) 2273.
- [92] G. M. Tom, C. Creutz, H. Taube, *J. Am. Chem. Soc.* 96 (1974) 7828.
- [93] J. E. Sutton, P. M. Sutton, H. Taube, *Inorg. Chem.* 18 (1979) 1017; J. E. Sutton, H. Taube, *ibid.* 20 (1981) 3125.
- [94] N. Sutin in G. L. Eichhorn: *Inorganic Biochemistry*, Vol. 2, Elsevier, New York 1973, S. 611.
- [95] G. M. Brown, H. J. Krentzien, M. Abe, H. Taube, *Inorg. Chem.* 18 (1979) 3374.
- [96] P. A. Lay, R. H. Magnuson, H. Taube, *J. Am. Chem. Soc.* 105 (1983) 2507.
- [97] Spektroskopische Untersuchungen von J. Ferguson et al. (Australian National University, Canberra) sind im Gange.
- [98] R. A. Sheldon, J. Kochi: *Metal Catalyzed Oxidations of Organic Compounds*, Academic Press, New York 1981.
- [99] P. Ford, D. Wink, J. Dibeneditto in [1], S. 213.
- [100] T. J. Meyer in [1], S. 389.

„... die Chemie anwendbarer und gemeinnütziger zu machen“ – Wissenschaftlicher Orientierungswandel in der Chemie des 18. Jahrhunderts**

Von Christoph Meinel*

Im Jahre 1751 führte der schwedische Chemiker *Johan Gottschalk Wallerius* die Unterscheidung von „reiner“ und „angewandter“ Chemie ein, die sich rasch durchsetzte und von den übrigen Naturwissenschaften übernommen wurde. Dahinter stand programmatisch eine neue Wissenschaftskonzeption von der Chemie, die den Kenntnisstand und die Leistungsfähigkeit des Faches auf den allgemeinen und ökonomischen Nutzen hin ausrichtete und der Chemie einen neuen Platz im System der Wissenschaften sowie in der Gesellschaft zuwies. Die Motive und Ursachen des damit verbundenen wissenschaftlichen Orientierungswandels verdeutlichen die sozialen und institutionellen Bedingungen, unter denen sich das Fach zu einer selbständigen akademischen Disziplin entwickelt hat.

1. Die „Chemische Revolution“

Im Zeitalter der Aufklärung hat sich die Chemie vom bescheidenen Stand einer medizinischen Hilfswissenschaft zum Rang einer beachteten und an nahezu allen Universitäten vertretenen Modewissenschaft emanzipiert. Die Dynamik dieses Prozesses zieht seit jeher die Aufmerksamkeit der Wissenschaftshistoriker auf sich; denn dreierlei macht diesen Vorgang bemerkenswert.

Zum einen ist es die Tatsache, daß die „Chemische Revolution“ trotz der bedeutenden theoretischen und praktischen Leistungen, die das Fach schon vorzuweisen hatte, erst relativ spät eintrat, mißt man sie an den Entwicklungen in Astronomie und Physik von *Kopernikus* bis *Newton*,

also an der eigentlichen „Naturwissenschaftlichen Revolution“. *Herbert Butterfield* hat deshalb von einer „postponed scientific revolution in chemistry“ gesprochen^[1], und eigenartigerweise waren sich die Chemiker der Zeit dieser Tatsache durchaus bewußt. In der französischen Encyclopédie^[2], die wie kein zweites Werk zum Sprachrohr der Aufklärung wurde, rief *Gabriel François Venel* (1723–1775) schon 1753 nach jenem „neuen Paracelsus“, der die Chemie zur Höhe wahrer Naturwissenschaft erheben werde: „Il est clair que la révolution qui placeroit la Chimie dans le rang qu'elle mérite, qui la mettroit au moins à côté de la Physique calculée; que cette révolution, dis-je, ne peut être opérée que par un chimiste habile, enthousiaste, et hardi, qui se trouvant dans une position favorable, et profitant habilement de quelques circonstances heureuses, sauroit réveiller l'attention des savans, d'abord par une ostentation bruyante, par un ton décidé et affirmatif, et ensuite par des raisons, si ses premières armes avoient entamé le préjugé“^[2].

Zum anderen ging die Emanzipation der Chemie mit einem grundlegenden Theoriewandel einher. Die bis dahin

[*] Dr. C. Meinel

Institut für Geschichte der Naturwissenschaften,
Mathematik und Technik der Universität
Bundesstraße 55, D-2000 Hamburg 13

[**] Nach einem Diskussionsvortrag „Pure and Applied Chemistry – The Foundation of a New Identity in Eighteenth-Century Chemistry“ auf dem 29. IUPAC-Congress in Köln am 6. Juni 1983.

vorherrschende Annahme, alle Verbrennungserscheinungen ließen sich mit einem stofflich gedachten Prinzip der Brennbarkeit, dem Phlogiston, erklären, wurde von der Oxidationstheorie *Lavoisiers* abgelöst. Mit ihr erhielt die Chemie nicht bloß eine umfassende theoretische Basis, sondern auch eine neue Terminologie, so daß die Anhänger der alten und der neuen Lehre einander im wahrsten Sinne des Wortes nicht mehr verstanden. *Thomas S. Kuhn* hat diesen Vorgang deshalb als ein Paradebeispiel für naturwissenschaftliche Revolutionen und zugleich als Bestätigung seiner vieldiskutierten These angesehen, daß sich die entscheidenden Fortschritte der Wissenschaftsentwicklung nicht kumulativ-evolutionär, sondern in revolutionären Sprüngen, in Paradigmawechseln, vollziehen^[3]. Mit der älteren chemiehistorischen Literatur ist *Kuhn* einig, daß es eben jene Ablösung der Phlogistonhypothese durch die Oxidationstheorie war, der die Chemie den Durchbruch zum wissenschaftlichen Erfolg verdankt. Auf die Ansichten *Kuhns* aufbauend hat neuerdings *Elisabeth Ströcker* Voraussetzungen, Krise und Verlauf dieses Paradigmawechsels wissenschaftstheoretisch und historisch differenzierter untersucht, dabei aber nahezu ausschließlich die Änderungen im kognitiven Bereich der chemischen Kenntnisse und Theorien berücksichtigt^[4].

Gerade *Kuhn* aber hat auf die soziale Komponente wissenschaftlichen Wandels hingewiesen, und genau dies ist der dritte Aspekt, der die Chemiegeschichte des 18. Jahrhunderts so faszinierend macht. Denn hier wandelte sich nicht nur das gesamte soziale Gefüge der Wissenschaftlergemeinschaft, sondern auch die Stellung der Chemie im System der Wissenschaften und in der Gesellschaft. Die Chemiker begannen, sich als Vertreter einer eigenständigen akademischen Disziplin zu begreifen, erfuhren die notwendige äußere Anerkennung, schlossen sich zu regionalen oder landessprachlichen Gemeinschaften zusammen und entwickelten die bis auf die heutige Zeit gebräuchlichen Formen wissenschaftlicher Kommunikation. Die Chemie darf für sich in Anspruch nehmen, 1778 die erste Fachzeitschrift eines naturwissenschaftlichen Einzelfaches und 1786 den ersten internationalen Wissenschaftlerkongreß hervorgebracht zu haben. In überzeugender Weise hat unlängst *Karl Hufbauer* diesen Prozeß des Ausscherens aus der „République des Lettres“, der Institutionalisierung, fachlichen Integration und Kommunikation am Beispiel der deutschen Chemikergemeinschaft dargestellt^[5].

Aber weder der Wandel des zentralen Paradigmas noch der Wandel in der Sozialstruktur der „Scientific Community“ können, für sich genommen, den erstaunlichen Aufschwung der Chemie im 18. Jahrhundert hinreichend erklären. Am wenigsten gelingt dies mit dem traditionellen Hinweis auf die Lavoisiersche Reform, läßt sich doch die Chemie vor *Lavoisier* nur begrenzt mit der Phlogistonlehre, nach *Lavoisier* nur begrenzt mit der Oxidationstheorie identifizieren. In den „Elementa Chemiae“ (Leiden 1732) von *Herman Boerhaave* (1668–1735), dem einflußreichsten Lehrbuch seiner Zeit, sucht man den Begriff Phlogiston vergebens. Und schon im ersten Drittel des 19. Jahrhunderts war in der Frage des Verhältnisses von generischer zu spezifischer Stoffeigenschaft eine Zentralidee der Lavoisierschen Reform wieder aufgegeben. Festzuhalten bleibt jedoch, daß von den 46 während des 18. Jahrhunderts allein im deutschen Sprachgebiet neu errichteten Chemie-

professuren, die nicht zugleich an ein medizinisches Lehrfach gebunden waren, rund 70% auf die Zeit vor 1790 entfallen, als von einer Auswirkung der Lavoisierschen Revolution auf Deutschland noch keine Rede sein kann.

Entstehung, Durchsetzung und Wandlung von Wissenschaften sind nicht zuletzt auch soziale Prozesse, die sich auf bestimmte Gruppen von Wissenschaftlern zurückführen lassen. So geht die Entwicklung von fachimmanenten Theorien, Kenntnissen und Fähigkeiten einher mit der Herausbildung spezifischer Verhaltensmuster und Strategien, die darauf gerichtet sind, die gesellschaftliche und institutionelle Basis für das eigene Tun zu schaffen. Man sollte deshalb die Wissenschaftlergemeinschaft als einen Argumentations- und Handlungszusammenhang begreifen, in dem kognitive Elemente und Institutionalisierungsstrategien zusammenkommen, um Selbstverständnis, Zusammenhalt und Handlungsnormen eben dieser Gruppe in innerfachlicher wie in sozialer und institutioneller Hinsicht zu konstituieren^[6]. Die Gesamtheit dieser Zusammenhänge will ich einen wissenschaftlichen Orientierungskomplex nennen und damit die 1931 von der marxistischen Wissenschaftsgeschichtsschreibung eingeführte, in Fragen der Disziplingeschichte – wie ich meine – untaugliche Antithese von internen und externen Faktoren der Wissenschaftsentwicklung^[7] überwinden. In der Geschichte der Chemie läßt sich zeigen, daß es eben ein solcher umfassender Orientierungskomplex war, der um die Mitte des 18. Jahrhunderts die grundsätzliche Neuorientierung erfuhr, welche die für die Entfaltung und Weiterentwicklung des Faches entscheidende Richtung vorgab.

2. Die Stellung der Disziplin

Der Ursprung der Chemie als Hochschulfach liegt im 17. Jahrhundert. Der Paracelsismus hatte die therapeutische Verwendung chemischer Arzneimittel gelehrt und damit die Chiematrie begründet. 1609 erhielt *Johannes Hartmann* (1568–1631) in Marburg den ersten Universitätslehrstuhl für das neue Fach. Gewiß waren es nicht zuletzt die alchemistischen Neigungen des Landgrafen, die zu dieser Berufung geführt hatten. Zwei Generationen später war das Fach dann bereits an zahlreichen Hochschulen als medizinische Hilfswissenschaft vertreten.

Freilich hatte es hier zunächst keinen leichten Stand. Den Repräsentanten der Schulwissenschaft war der Anschein alchemistischer Obskurität, der die Chemie umgab, in höchstem Maße suspekt. Schwerer aber fiel ins Gewicht, daß mit ihr ein ganz neuer Typus von Wissenschaft in die Mauern der traditionellen Bildungsinstitution Universität eingezogen war. Denn das neue Fach hatte seinen eigentlichen Ort nicht auf dem Katheder, sondern im Laboratorium, wo zwar noch nicht im heutigen Sinne geforscht und experimentiert, wohl aber doch praktisch und zweckbezogen mit den Händen gearbeitet wurde, während die übrigen Fächer, einschließlich der Medizin, dem überkommenen Wissenschaftsideal anhängen. Der Chemieprofessor, der sich erst Ruß und Schmutz vom Kittel klopfen mußte, wenn er in den Kreis seiner würdigeren Fakultätskollegen trat, war eine Erscheinung, die in auffälliger Weise mit dem Gelehrtenideal des höfischen Zeitalters kontrastierte, haftete ihm doch, im wahrsten Sinne des Wortes, der Ruch

des Unakademischen, Handwerklichen und noch dazu Unreinlichen an.

Dieser Zustand sollte sich auch so rasch nicht ändern, denn die niedrige Stellung der Chemie innerhalb der akademischen Hierarchie war institutionell und strukturell festgeschrieben. Fachprofessuren im eigentlichen Sinne waren unbekannt; stattdessen gab es in jeder Fakultät eine bestimmte Rangfolge des „Aufrückens“, die im wesentlichen durch Anciennität bestimmt wurde, wobei die unterschiedliche Besoldung und die Möglichkeit lukrativer Nebentätigkeiten keine geringe Rolle spielten. Innerhalb der Medizinischen Fakultäten hatte dies fast ausnahmslos zur Folge, daß die Chemie vom rangniedersten Medizinprofessor zusammen mit Arzneimittellehre, Botanik oder Anatomie gelesen wurde. Sobald sich Gelegenheit bot, rückte dieser natürlich in die nächsthöhere Position auf, um schließlich die des Professor primarius einzunehmen, der das Lehrfach der Therapie meistens mit einer einträglichen Privatpraxis oder einer Stellung als fürstlicher Leibarzt zu verbinden wußte. Dieses System des Aufrückens, ein Erbe der mittelalterlichen Universität, hielt sich bis weit ins 18. Jahrhundert hinein. So lange es bestand, verhinderte es die Entwicklung von Fachprofessuren, denn schon aus Karriere Rücksichten konnte es sich ein Mediziner kaum leisten, seine ganze berufliche Hoffnung auf eines der unteren Fächer zu setzen.

Die Ursache für die niedrige Bewertung der Chemie war natürlich im Wissenschaftsbegriff selbst begründet; denn dieser war noch überwiegend auf ein spekulatives und kontemplatives Wissenschaftsideal hin ausgerichtet, das seine wahre Bestimmung in der theoretischen Wesenschau sah. Alles andere gehörte dem Bereich der „artes“, der Künste, an. Selbst eine chemische Autorität ersten Ranges wie *Daniel Sennert* (1572–1637) hatte der Chemie die Qualität einer „scientia“ abgesprochen und die Erforschung der Ursachen von Naturerscheinungen allein der Naturphilosophie (physica) vorbehalten, die Chemie aber auf den engen Bereich herstellender Verfertigung mit pharmazeutischer Zielsetzung begrenzt. Dieses Urteil sollte das Image des Faches noch lange bestimmen. Kein Geringerer als *Immanuel Kant* war noch 1786 der Ansicht, die Chemie könne „nichts mehr als systematische Kunst oder Experimentallehre, niemals aber eigentliche Wissenschaft werden, weil die Prinzipien derselben bloß empirisch sind und keine Darstellung a priori in der Anschauung erlauben“^[8]. So lange aber der empirische Wissenserwerb und die praktische Laboratoriumsarbeit dem Ansehen des Faches zum Nachteil gereichten, war der Weg zu einer autonomen Entwicklung der Disziplin noch weit.

Die Chemiker der Aufklärung setzten deshalb alles daran, das Vorurteil, ihr Fach sei eine bloß handwerkliche Tätigkeit, eine „ars mechanica“ ohne eigenen Wissenschaftscharakter, zu entkräften. Sie hatten sehr wohl erkannt, daß das eigentliche Dilemma nicht so sehr in innerfachlichen Mängeln oder der fachspezifischen Methodik begründet war, als vielmehr in den besonderen Institutionalisierungsbedingungen ihrer Disziplin. So entwickelte sich eine besondere literarische Tradition programmatischer Schriften, deren Aufgabe es war, für die Chemie als Wissenschaft eigener Art und eigenen Rechts zu werben und ihren wahren Wert ins Bewußtsein einer breiteren Öffentlichkeit zu heben^[9].

3. Reine und Angewandte Chemie

Unter den geschilderten Umständen entstand ein programmatisches und für die weitere Entwicklung der Disziplin folgenreiches Konzept, mit dem es der Chemie gelang, die als formalistisch und hinderlich empfundene Scheidung in theoretische Wissenschaft auf der einen und praktische Kunst auf der anderen Seite zu überwinden. Es war dies die noch heute geläufige Unterscheidung in „reine und angewandte“ Chemie^[10]. In der Tat taucht das Begriffspaar in seiner modernen Bedeutung erstmals in der Chemie auf. Im Verlauf des 19. Jahrhunderts übernahmen es dann auch die anderen Naturwissenschaften. Dahinter stand mehr als eine nur terminologische Änderung: das Anliegen nämlich, eine neue Wissenschaftskonzeption der Chemie zu formulieren, um Kenntnisstand und Leistungsfähigkeit des Faches auf ein neues Ziel auszurichten. Fortan sollte nicht mehr die Art der ausgeübten Arbeit, sei diese nun praktisch oder theoretisch, über Wert und Unwert des Faches entscheiden, sondern allein das Forschungsziel in seiner gesellschaftlichen Relevanz. Bei der Reinen Chemie war dieses, Ursachen und Gesetzmäßigkeiten der stofflichen Naturvorgänge zu klären; die Angewandte Chemie bediente sich dieser Kenntnisse zum Nutzen der Menschen und zur Lösung konkreter Lebensaufgaben. Daß beide, Reine wie Angewandte Chemie, theoretische Vernunft und experimentelle Praxis aufs engste zu verbinden hätten, wurde dabei als selbstverständlich vorausgesetzt.

Glücklicherweise lassen sich die Umstände, unter denen diese neue Konzeption chemischer Wissenschaft entstand, genauer angeben. Im Jahre 1749 sollte in Uppsala der erste chemische Lehrstuhl Schwedens eingerichtet werden. Chemischen Unterricht hatte es an den schwedischen Universitäten bis dahin nicht gegeben, obgleich das an Bodenschätzen reiche Land eine lange, pragmatisch orientierte mineralchemische und metallurgische Tradition aufwies. Die Bergwerke von Falun und ihre staatliche Probierkammer waren in ganz Europa berühmt. Die Regierungskommission, die für die Besetzung des neuen Chemielehrstuhls zuständig war, hatte daher beschlossen, daß dieser an die Philosophische Fakultät gehöre, wo auch die Studenten des Bergfaches sowie der Wirtschafts- und Verwaltungslehre ihre allgemeinwissenschaftliche Ausbildung erhielten, obgleich anderenorts in Europa die Chemie selbstverständlich zur Medizinischen Fakultät zählte. Der Ruf ging zunächst an *Georg Brandt* (1694–1768), der das Laboratorium des Bergamtes in Stockholm leitete und zugleich Münzwardein der königlichen Münze war. Als dieser ablehnte, fiel die Wahl auf *Johan Gottschalk Wallerius* (1709–1785), der an der Universität Uppsala bereits seit 1738 ein privates chemisch-metallurgisches Unterrichtslaboratorium unterhalten hatte und als Autor eines Handbuchs der Mineralogie über die Grenzen Schwedens hinaus bekannt war. Im Juli 1750 trat *Wallerius* sein neues Amt als erster Chemieprofessor Schwedens an. Der Rektor der Universität hatte ihn gebeten, in seiner Antrittsvorlesung darzulegen, aus welchen Gründen die Chemie die akademischen Vorrechte erhalte – wahrhaftig ein noch strittiges Thema! Wenn auch das Redemanuskript nicht erhalten blieb, so ist doch anzunehmen, daß *Wallerius* die Frage im Sinne von *Boerhaaves* Nachfolger in Leiden, *Hieronymus David Gau-*

bius (1704–1780), positiv beantwortete. *Gaubius* hatte 1731 seine „Oratio inauguralis qua ostenditur Chemiam artibus academicis jure esse inserendam“ genau diesem Thema gewidmet und auch drucken lassen. *Wallerius* hat diese Schrift gekannt.


Zu den Aufgaben des neuen Chemieprofessors in Uppsala gehörte der Unterricht in Chemie, Metallurgie und Pharmazie; er mußte aber auch die Medizinstudenten in Pharmazie, Chemie und Rezeptierkunde prüfen. Der König selbst hatte darauf bestanden, daß dieses Examen vor einem Chemiker aus der Philosophischen Fakultät abzulegen sei. Begreiflicherweise empfanden die Professoren der Medizinischen Fakultät diese Regelung als einen unerhörten Eingriff in ihre angestammten wissenschaftlichen und natürlich auch finanziellen Rechte, denn somit entgingen ihnen die nicht geringen Prüfungshonorare, was das ohnehin nicht sehr reichlich bemessene Gehalt schmälerte. Wortführer ihrer Partei war kein Geringerer als *Carl von Linné* (1707–1778), der Begründer der modernen Pflanzensystematik, Professor für Botanik, Diätetik und *Materia Medica* in Uppsala, Präsident der Stockholmer Akademie der Wissenschaften und Leibarzt des Königs. Gleichwohl hatte sein Einspruch keinen Erfolg. Die Chemieprofessur verblieb mitsamt der strittigen Prüfungsbefugnis in der Philosophischen Fakultät. Damit war der institutionelle Rahmen gesichert.

In seiner Autobiographie^[1] erinnerte sich *Wallerius* aber, daß sich anfangs kaum jemand einen rechten Begriff davon machen konnte, was denn nun eigentlich Chemie sei. Um das Fach bekannter zu machen und für die eigene Sache zu werben, ließ er eine kleine Schrift auf schwedisch erscheinen, in der er, in Form eines Briefes an einen ungenannten Adressaten, den eigentlichen Gegenstand, Nutzen und Wert der Chemie auf das ausführlichste vorstellte (vgl. Abb. 1). Ganz zu Beginn prägte *Wallerius* die neue begriffliche Unterscheidung von Reiner und Angewandter Chemie. Auf der letztgenannten „*Chemia applicata*“ lag bei ihm der eigentliche Akzent, und bedenkt man die Vorgesichte, so überrascht kaum, daß es *Wallerius* weniger auf den medizinisch-pharmazeutischen Nutzen ankam, als vielmehr auf den agrikulturchemischen, metallurgischen und mineralchemischen Anwendungsbereich, von dem er sich den deutlichsten ökonomischen Nutzeffekt versprach.

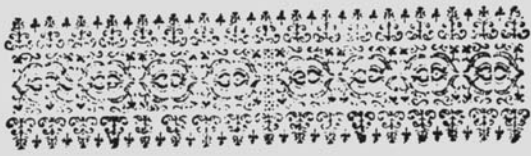
War der schwedische „Bref“ an Studenten und die breitere Öffentlichkeit gerichtet, so wandte sich *Wallerius* noch im gleichen Jahr mit einer lateinischen Dissertation „*De nexu Chemiae cum utilitate Reipublicae*“ (Stockholm 1751) an das akademische Publikum und die politisch Verantwortlichen des Landes. Vorangestellt waren der Schrift nicht weniger als vier lateinische, schwedische und französische Widmungen an hochgestellte Persönlichkeiten. Auch in dieser Arbeit, die ein gewisser *Lorenz Hiortzberg*

JOH. GOTSCH. WALLERII
Chem, Metallurg. & Pharm. Prof. Reg. & Ord. Ups.

Bref,
Om
CHEMIENS
Rätta Bestäffenhet,
Snyfta och Wårde,
Til N. N. öfversändt,
Och af honom til Trycket befordradt.



STOCKHOLM och UPSALA,
Höf GOTTFRIED KIESEWETTER.
1 7 5 1



Min Herre!

A Min Herres bref, finner jag Eder ämnade någon kundskap om Chemiens natur och bestäffenhet, samt tillika få weta, hwarutinnan des oungeliggan nytta består. Jag märker Eder hysa sådana tankar, som många andra, hvilka hålla chemien endast för en curieux, och, utom den föga nytta den i Medicin skaffa kunde, för en mindre nödig och nyttig Wetenskap. År dock, Min Herre, i denna sin tanke drägeligare, än en del andra, hvilka hålla densamma för en skadelig och förderfwelig konst, som endast med Metallernas förädlande hade at lyfla. Vägge desse felaktiga meningar härflöta af idel okunnighet om Chemiens natur och bestäffenhet. Så Eder fördenkwil, som Andra til underrättelse, wil jag i korthet derom nu något anföra, en utförligare Chemiens afhandling bejparandes til et annat tillfälle.

At ärnå någon redig kundskap om Chemien, håller jag beqwåmligast wåra, indela densamma i *Chemiam puram* och *Chemiam applicatam*; på samma sätt som Mathematici indelt sina wetenskaper, förandes en del af dem til *Mathesin puram*, och en del til *Mathesin applicatam*, i hwilken senare, de i den förra abstracte considererade quantiteter och dimensioner, appliceras til de naturliga kroppar och deras förelser.

Å 2 CHEMIA

Abb. 1. In diesem auf den 10. August 1751 datierten „Offenen Brief“ von *Johan Gottschalk Wallerius* wird die neue, richtungweisende Unterscheidung von Reiner und Angewandter Chemie erstmals verwendet und programmatisch entwickelt (Wiedergabe aus dem Exemplar der Niedersächsischen Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen).

unter dem Vorsitz von *Wallerius* öffentlich verteidigte, ging es um die Unterscheidung von Reiner und Angewandter Chemie sowie um den staatswirtschaftlichen Nutzen der letzteren. Wieder waren Mineralchemie und Metallurgie diejenigen Bereiche, in denen die Früchte der Wissenschaft am handgreiflichsten erschienen, während der Nutzen chemischer Arzneimittel eher zurückhaltend beurteilt wurde. Bedenkt man die zweifelhaften Therapieerfolge der starkwirkenden anorganischen Arzneimittel, die damals verabreicht wurden, ist dies durchaus verständlich.

Ausschlaggebend für die Durchsetzung und Ausbreitung der neuen Konzeption von Reiner und Angewandter Chemie war schließlich das Lehrbuch der Physischen Chemie von *Wallerius* („*Chemia Physica*“, Stockholm 1759), das er zunächst auf schwedisch publiziert und dann selbst ins Lateinische, die Sprache des gelehrten Europa, übertragen hatte (Stockholm 1760). Wenig später erschienen auch deutsche Übersetzungen. Das Werk spielt in der Geschichte der chemischen Lehrbücher eine bedeutende Rolle, leitete sich doch eine ganze Generation landessprachlicher Lehrbücher von ihm ab, deren erklärtes Ziel es war, die Chemie als Teil der allgemeinen Naturwissenschaft darzustellen und sie nicht auf ihre bloß medizinisch-pharmazeutischen Belange zu reduzieren. Der Titel „Physische Chemie“ sollte eben dieses allgemein-naturwissenschaftliche Anliegen zum Ausdruck bringen. Im Lehrbuch konnte *Wallerius* seine Wissenschaftskonzeption der Chemie weiterentwickeln, denn nun war ihm klar geworden, daß mit einer konsequenten Einteilung des Faches von seinem Erkenntnis- und Wirkungsziel her nicht nur die alte Trennung von Theorie und Praxis, sondern auch der leidige Streit um Wissenschaft oder Kunst hinfällig wurde. Stattdessen galten ihm alle Teilbereiche der Angewandten Chemie als eigenständige, in sich abgeschlossene Wissenschaften, die sowohl theoretische als auch praktische Gesichtspunkte umfaßten.

Bei der Wahl des Begriffspaares „reine und angewandte“ Chemie hatte erklärtermaßen die Mathematik Pate gestanden, doch hatten in dieser die gleichen Begriffe eine völlig andere Bedeutung. „Rein“ hieß nämlich derjenige Teil der mathematischen Wissenschaften, der sich mit Zahlen als bloß intelligiblen, unkörperlichen Gebilden befaßt, „angewandt“ (nach der wörtlichen Übersetzung von „*mathematica mixta*“) derjenige Teil, der sich mit den Zahlenverhältnissen realer, mit den Sinnen erfäßbarer Dinge abgibt. Der Aspekt der Anwendbarkeit und Nützlichkeit, der sich seit *Wallerius* mit dem Begriff angewandter Wissenschaft verbindet, fehlte der „angewandten Mathematik“ bis ins ausgehende 19. Jahrhundert. Es ist daher bemerkenswert und gewiß kein Zufall, daß die moderne Bedeutung des Begriffspaares in der Chemie entstand und sich von da aus im Verlauf des 19. Jahrhunderts auf die übrigen Naturwissenschaften und alle europäischen Sprachen ausgebreitet hat. Die Wirkungsgeschichte soll hier aber nicht im einzelnen verfolgt werden^[12]. Erwähnt sei nur, daß die Schlüsselrolle bei der Übermittlung dem Greifswalder Chemieprofessor *Christian Ehrenfried Weigel* (1748–1831) zufiel, dessen Universität bis 1815 zum schwedischen Reichsgebiet gehörte, und der folglich mit der chemischen Tradition Skandinaviens bestens vertraut war^[13]. Neben seinen Übersetzungen französischer und schwedischer Autoren ist er mit eigenen Lehrbüchern und populären

Schriften als Fürsprecher einer autonomen chemischen Wissenschaft an die Öffentlichkeit getreten. Bei den Zeitgenossen war er darüber hinaus als Erfinder des Kondensationskühlers bekannt, den man heute fälschlich Liebig-Kühler nennt.

4. Eine Wissenschaftskonzeption der Aufklärung

Der Walleriuschen Wissenschaftskonzeption von der Chemie wäre kein so rascher und nachhaltiger Erfolg beschieden gewesen, hätte es sich dabei nur um den Einfall eines einzelnen schwedischen Chemikers gehandelt. Im Grunde hatte die Idee längst in der Luft gelegen, und *Wallerius* war es lediglich gelungen, die Neuorientierung der Chemie, die gerade um die Mitte des 18. Jahrhunderts einen Wendepunkt erreicht hatte, auf den Begriff zu bringen. Denn nahezu gleichzeitig finden sich ganz verwandte Überlegungen bei *Michael Lomonossow* (1711–1765) in Petersburg sowie im Kreis der Autoren der französischen *Encyclopédie*. Sie alle verbindet das Bemühen, das frühere, kontemplative Wissenschaftsideal mit seiner Überbewertung des Theoretischen zu überwinden und an seine Stelle einen neuen, bürgerlichen Wissenschaftsbegriff zu setzen, der die Idee des Fortschritts und der aktiven Gestaltung der Welt in sich trug. Die Neubewertung der Chemie und die Aufwertung ihres Anwendungsbereiches erweisen sich damit als Teil des aufklärerischen Programms, Rationalität und individuelles Glücksstreben in gesellschaftliche Praxis umzusetzen. Daß dieser Prozeß in der Chemie früher und sichtbarer einsetzte als in den anderen Naturwissenschaften, lag nicht zuletzt daran, daß die Angewandte Chemie zu jener Zeit bereits unbestrittene Erfolge vorzuweisen hatte und aufgrund ihres Entwicklungsstandes weitere nutzbringende Entdeckungen erwarten ließ.

Selbstverständnis und Ansehen der Chemie wurden im 18. Jahrhundert zunehmend vom utilitaristischen Denken bestimmt. Kaum ein Autor ließ es sich nehmen, dem Publikum sein neuestes Werk mit dem Hinweis auf dessen weitreichenden, unmittelbaren Nutzen anzupreisen. Sogar Lehrbücher waren nach Art der verbreiteten „*Elementa Chemiae*“ von *Boerhaave* so angelegt, daß jede einzelne Stoffbeschreibung in „*apparatus*“ (Darstellung) und „*usus*“ (Nutzen) unterteilt wurde. Selten haben rhetorische Elemente so stark bis in die innere Struktur eines Faches hineingewirkt. Auch wenn es darum ging, Gegenstand und Wesen der Chemie zu definieren, war in der Regel der Gesichtspunkt des allgemeinen Nutzens ein wichtiges Bestimmungsstück für das, was die Chemie ausmacht. Es wäre voreilig, dies als bloße Rhetorik abzutun. Natürlich ging es dabei auch darum, dem eigenen Fach die gesellschaftliche und institutionelle Unterstützung zu sichern, neue Lehrstühle zu erhalten oder Mittel für ein Laboratorium oder die kostspielige Experimentalvorlesung einzuwerben. Zugleich aber drückte sich darin auch das neue Selbstverständnis der Chemie aus. Die angesehensten Fachvertreter machten das utilitaristische Programm zu ihrem eigenen Anliegen und traten mit Abhandlungen zur Warenkunde und Lebensmitteltechnologie, zu Fragen der Heizung und Beleuchtung, der Färberei und Fleckentfernung hervor. Es sei nur daran erinnert, daß die erste natur-

wissenschaftliche Publikation des damals gerade 21jährigen *Antoine Lavoisier* eine Antwort auf die 1764 von der Académie des Sciences gestellte Preisfrage war, bei der es um die beste und wirtschaftlichste Methode der nächtlichen Straßenbeleuchtung in Paris ging. In die Breite zu wirken und dem gemeinen Nutzen zu dienen, galt als letztes und höchstes Ziel wissenschaftlicher Arbeit. *Ferdinand Wurzer* (1765–1844), einer der produktivsten deutschen Chemiker seiner Generation, der als Professor für Chemie und Pharmazie zugleich dem Staatswirtschaftlichen Institut an der Universität Marburg angehörte, leitete sein „Handbuch der populären Chemie“ (Marburg an der Lahn 1806) mit der Feststellung ein: „Man fängt endlich an, es allgemein einzusehen, wie nothwendig die Scheidekunst sey, um Künste, Fabriken und Gegenstände der Oekonomie besser zu behandeln; wie Betriebsamkeit mit allen ihren wohlthätigen Folgen vorzüglich in jenen Ländern in einem ausgezeichneten Grade emporkommt, in welchen chemische Kenntnisse nach Verdiensten geschätzt und benutzt werden“. Und er schloß mit dem Bekenntnis: „Mein innigster Wunsch ist es, durch diese Schrift jenem edlen Geiste unserer Zeit zu huldigen, kraft dessen wissenschaftliche Kenntnisse mit jedem Tag weniger das Monopol der Gelehrten bleiben, indem die entschiedenste Majorität derselben sich sichtbarlich überall bestrebt, gemeinnützig zu seyn, für den großen Haufen verständlich zu reden, und sich zu seinem Gesichtskreise herabzulassen“.

Natürlich hielt der Inhalt solcher populärer, aufs unmittelbar Nützliche gerichteter Schriften nicht immer, was klangvolle Titel und Vorreden verhießen. Gleichwohl dürfte ihre Wirkung beachtlich gewesen sein. Mit ihrer Themenvielfalt und Auflagenhöhe erreichten sie ein außerordentlich breites Publikum, angefangen beim Gutsbesitzer und Fabrikanten bis hin zum Ministerialbeamten. Der Beitrag dieser Schriften zur Popularisierung der Chemie und zur Durchsetzung ihres rationalistisch-utilitaristischen Bildes in der Öffentlichkeit kann deshalb kaum hoch genug geschätzt werden, auch wenn die Chemiegeschichtsschreibung, einseitig auf Theorieentwicklung und Erkenntnisfortschritt fixiert, bisher für diese Art von Gebrauchsliteratur wenig übrig gehabt hat.

5. Chemie und Ökonomie

In der deutschen Tradition war die Hinwendung der Chemie zu Aufgaben der Haus- und Staatswirtschaft sowie auch die programmatische Betonung ihres volkswirtschaftlichen Nutzens besonders ausgeprägt. Der Grund liegt in den gerade hier sehr engen Beziehungen des Faches zum Kameralismus, der deutschen, klein- und beamtenstaatlichen Variante des Merkantilismus. Ziel der Kameralisten war die Wohlfahrt des Staates und das „allgemeine Beste“, zu dem sich kaufmännisches Denken und nationales Machtstreben vereinigen sollten. Ihr wirtschaftliches Reformprogramm war darauf angelegt, die Zahl der Beschäftigten zu erhöhen sowie die Staatseinkünfte durch Importbeschränkung und gezielte Gewerbeförderung zu vermehren. Durch Erschließung und bessere Ausnutzung der heimischen Rohstoffe und Bodenschätze sollte das eigene Territorium wirtschaftlich gestärkt und, wenn möglich, autark gemacht werden. Die zunächst überwiegend auf staat-

licher Initiative beruhende kameralistische Industrieförderung erzielte im Bereich der Textil-, Glas- und Keramikmanufakturen deutliche Erfolge. Damit stellten sich Aufgaben im Produktions- und Rohstoffsektor, die die Chemie als Herausforderung an ihre Fachkompetenz aufgreifen konnte.

Der vielseitige *Johann Joachim Becher* (1635–1682), den Chemikern als geistiger Ahnherr der Phlogistontheorie bekannt, war zugleich einer der Begründer der wissenschaftlichen Kameralistik, und als seine chemisch-alechemistischen Werke längst vergessen waren, galten seine Beiträge zur Kameralwissenschaft noch immer als Standard. 1676 hatte *Becher* mit Unterstützung des alchemieinteressierten Monarchen *Leopold I.* bei Wien sein „Kunst- und Werkhaus“ eingerichtet, eine technische Lehr- und Forschungsanstalt, die das österreichische Manufakturwesen beleben sollte. Selbstverständlich gehörten ein chemisches Laboratorium, eine Glashütte und ein metallurgisches Laboratorium zu ihrer Ausstattung, denn Gewerbeförderung und technologischer Fortschritt galten nun als zentrale Aufgabenbereiche moderner Staatsführung. *Georg Ernst Stahl* (1660–1734), der Theoretiker und geachtete Lehrer einer ganzen Generation deutscher Chemiker, hatte um 1700 *Bechers* Lehre von der „fetten Erde“ zur Phlogistontheorie ausgebaut und damit ein einheitliches Erklärungsschema für eine große Zahl chemischer Reaktionen schaffen können. Er hatte aber auch *Bechers* Programm einer volkswirtschaftlich orientierten chemischen Praxis übernommen. Das geistige Milieu des Hallenser Pietismus, dem *Stahl* nahestand, hatte in der preußischen Stadt noch vor der Wende zum 18. Jahrhundert einen lebhaften Wirtschaftsaufschwung ausgelöst, der modernste Produktionsformen hervorbrachte und sich in der Errichtung von Manufakturen, der Gründung der Franckeschen Anstalten und der Schiffbarmachung der Saale auswirkte. Nicht zuletzt fällt auch die Gründung der Universität Halle (1694), die sich bald zur führenden preußischen Hochschule entwickeln sollte, in diese Zeit. *Stahl* war noch im gleichen Jahr als Professor secundarius der Medizinischen Fakultät aus Jena an die ehrgeizige Neugründung berufen worden und ist dort mit Schriften über chemische Metallurgie, Probierkunst, Färberei und Salpetergewinnung hervorgetreten. Sein chemisch-technisches Hauptwerk, die „*Zymotechnia fundamentalis*“ (Halle 1697), legte den Grund für das chemische Verständnis der Vorgänge beim Bierbrauen, der alkoholischen Gärung und der Essigbereitung. Es wurde noch 1734, in *Stahls* Todesjahr, vom Übersetzer der deutschen Ausgabe als eine Anleitung empfohlen, anhand derer ein kluger Staatsmann durch Verbesserung der heimischen Produktion Importe in Millionenhöhe einsparen könne. Es fällt auf, daß in *Stahls* Publikationen pharmazeutische und medizinisch-chemische Fragen eine vergleichsweise geringe Rolle spielen. Sein eigenes animistisch-vitalistisches System der Medizin stand in scharfem Gegensatz zur iatrochemischen Schule. Zum Verständnis der physiologischen und pathologischen Prozesse im Organismus hatte die Chemie nach *Stahls* Auffassung wenig beizutragen. Diese Überzeugung bestärkte ihn darin, dem Fach neue, von der Medizin unabhängige Anwendungsgebiete zu erschließen.

In der Folge waren es dann gerade die Stahlianer, die diesen Impuls weitergaben und die Chemie von ihrer hilfs-

wissenschaftlichen Bindung an die Medizin zu befreien und in das ökonomisch-kameralistische Programm des modernen Staates einzugliedern suchten. Die vitalen Interessenbereiche der fürstlichen Schatz- und Rentkammern machten die Verbindung von Wirtschaft, Produktion und Wissenschaft zur vordringlichen Aufgabe aufgeklärt-absolutistischen Denkens: Bergbau und Hüttenwesen, Salinen und Porzellanmanufakturen, Münze und Glashütten, nicht zuletzt auch die kriegswichtige Salpeterproduktion boten der Chemie Aufgaben genug. Auch die frühe Kameralwissenschaft, die von der Haus- und Landwirtschaft herkam, erkannte beizeiten, wie viel sie von einer chemisch fundierten Stoff- und Verfahrenskunde profitieren könne. *Johann Gottlieb Eckhardts* „Vollständige Experimental-Ökonomie“ (Jena 1754) suchte als eines der ersten Werke aus der Tradition der Hausväterliteratur allgemeine Grundsätze der Naturwissenschaften in den Ackerbau einzubringen und leitete damit eine Wende in der Landwirtschaftslehre ein, die dann in *Johan Gottschalk Wallerius'* „Åkerbrukets kemiska Grunder“ (Stockholm 1761; mit lateinischen, deutschen, französischen und englischen Ausgaben) zu einer freilich noch unsicheren Agrikulturchemie überleiten sollte. Bewußt haben die Theoretiker und Reformer der Kameralistik im 18. Jahrhundert chemisch-naturwissenschaftliche Kenntnisse zu den Grundvoraussetzungen ihres Faches gezählt oder gar die Errichtung eigener chemischer Lehrstellen für die Ausbildung der Finanz- und Verwaltungsbeamten gefordert. In Göttingen, der damaligen Hochburg der Kameralwissenschaften in Deutschland, hielt *Johann Heinrich Gottlob von Justi* (1717–1771), der bedeutendste Systematiker des Faches, neben ökonomischen und polizeiwissenschaftlichen auch chemische und mineralogische Vorlesungen. In seiner 1755 erschienenen „Staatswirthschaft“, dem klassischen Lehrbuch dieser Disziplin, forderte er die Bildung einer eigenen Ökonomischen Fakultät, in der Chemie und Naturkunde, Mechanik und Politik praxisnah und auf ihren gesellschaftlichen Nutzen hin unterrichtet werden sollten.

Es ist anzunehmen, daß hierbei wieder Schweden als Vorbild diente, denn dort hatte die Bindung der Chemie an die Kameralia die längste Tradition^[14]. Schon 1638 war am Stockholmer Bergamt eine staatliche Probierkammer eingerichtet worden, der die Ausbildung der Bergbeamten, die Kontrolle der schwedischen Berg- und Hüttenwerke und die Analysen für die königliche Münze oblagen. Nachdem dann *Wallerius* 1750 mit Rücksicht auf die wirtschaftlichen Interessen des Landes den ersten Chemielehrstuhl in der Philosophischen Fakultät der Universität von Uppsala erhalten hatte, verbanden auch die Universitäten von Lund und Åbo, dem späteren Helsingfors, ihre neuen chemischen Lehrstühle mit dem Kameralfach und nicht mit der Medizin. Aber auch in Deutschland gab es später Chemieprofessuren an den neugeschaffenen Kameralfakultäten von Lautern/Heidelberg, Gießen und Mainz.

6. Emanzipation der Chemie als Hochschulfach

Also hatte sich die Chemie an den Universitäten ein Terrain erobert, auf dem sie sich weder gegen die übermächtige Tradition der Medizinischen Fakultäten zu behaupten hatte, noch gegen den Vorwurf des bloß Handwerklichen

zu verteidigen brauchte. Vielmehr durfte sie hier ihre Kenntnisse und Leistungsfähigkeit als angewandte Wissenschaft unter Beweis stellen und traf sich darin mit den Interessen der Landesregierungen. „Die Gaben der Natur zum menschlichen Nutz und Gebrauche bequämer zu machen“, hatte der erste Kölner Chemieprofessor *Johann Georg Menn* (1730–1781) als das eigentliche Anliegen der Chemie bezeichnet: „Ist ihr Zweck nicht ganz übereinstimmend mit der wichtigsten Absicht des gesammten Staates auf sein allgemeines Wohl, und auch mit dem Urtheil derjenigen, die nichts sehnlicher wünschen, als daß überall diejenigen Wissenschaften vorzüglich blühen, welche allen Gliedern des Staates und jedem besonders, bis auf den Handwerker einschlieslich, vortheilhaft sind?“^[15]. An der Interessenverlagerung chemischer Veröffentlichungen in Richtung auf Fragen der gewerblichen Praxis läßt sich dieser Orientierungswandel des Faches auch inhaltlich verfolgen.

Überzeugungskraft und Erfolg des neuen Programms erklären sich nicht zuletzt auch daraus, daß die Leistungsfähigkeit der Chemie des 18. Jahrhunderts, was Stoffkenntnis, theoretische Deutung, apparative Hilfsmittel und technische Realisierbarkeit betrifft, den neuen Aufgaben aus dem ökonomischen Bereich, wie sie sich in der Metallurgie, der Glas- und Keramikfabrikation, der Textilverarbeitung und der Färberei stellten, ungleich besser gewachsen war, als den so sehr viel komplexeren Fragen der medizinisch-pharmazeutischen Tradition, wie sie zuvor die korpuskularchemische Physiologie eines *Boerhaave*, die Analytik und Pharmakologie von Pflanzeninhaltsstoffen, oder gar das chemisch-kosmologische Programm des Paracelsismus aufgeworfen hatten. Chemische Theorie konnte und durfte sich unmittelbar in der Praxis bewähren, weil diese Praxis nunmehr sozial legitimiert und öffentlich gefordert war. Die wissenschaftlichen sowie ökonomischen Erfolge, die die Chemie vorzuweisen hatte, eröffneten zugleich Perspektiven für ihre Professionalisierung und fachliche Institutionalisierung.

Freilich blieb die Einbindung in die Medizinischen Fakultäten weithin bestehen; denn noch immer überwogen die künftigen Ärzte unter den Hörern chemischer Vorlesungen bei weitem. Erst später gewann dann die insbesondere durch gesetzgeberische Maßnahmen sprunghaft steigende Zahl von Pharmaziestudenten als Nährboden für die Entwicklung der Chemie an Bedeutung. Es waren daher überwiegend institutionelle Gründe dafür ausschlaggebend, daß die frühesten Anstrengungen des Faches, als Physische Chemie und Teil der allgemeinen Naturwissenschaft die Medizinische Fakultät zu verlassen und in die Philosophische überzutreten, selten von dauerndem Erfolg waren. Denn mit dem Fakultätswechsel ging fast regelmäßig die Prüfungsbefugnis bei den Examina der Mediziner und damit der größte Teil der potentiellen und zahlenden Stammhörerschaft verloren. So mußte *Johann Friedrich Gmelin* (1748–1804) in Göttingen die 1775 angenommene ordentliche Chemieprofessur in der Philosophischen Fakultät, die mit einer außerordentlichen Mitgliedschaft in der Medizinischen Fakultät verbunden war, schon drei Jahre später zugunsten eines Ordinariats in der Medizinischen Fakultät aufgeben, obgleich sein wissenschaftliches Interesse nach wie vor überwiegend der Angewandten und Gewerblichen Chemie galt. Ähnlich erging es *Friedrich Al-*

bert Carl Gren (1760–1798), der in Halle zunächst als Assistent des Professors für Mathematik und Physik, seit 1785 auch als Lehrer der Staatswissenschaften in der Philosophischen Fakultät der Universität tätig war und dort 1788 eine ordentliche Professur für Naturwissenschaften und Chemie erhielt, die jedoch schon nach wenigen Monaten in die Medizinische Fakultät übergeführt wurde. Jena, mit etwa 800 Studenten nach Halle und Göttingen damals die drittgrößte deutsche Universität, war zugleich die erste deutsche Hochschule, an der sich die Trennung von Chemie und Medizin auf Dauer durchsetzte – was der weit-sichtigen Berufungspolitik des zuständigen Ministers *Goethe* zu danken ist, der hier 1789, nicht ohne heftigen Widerspruch der Mediziner, eine Professur für Chemie, Pharmazie und Technologie an der Philosophischen Fakultät errichtete und mit dem Apotheker *Johann Friedrich August Götting* (1755–1809) besetzte, den er zuvor auf Staatskosten zum Studium nach Göttingen und nach England geschickt hatte^[16].

Überblickt man die Entwicklung der Chemie im 18. Jahrhundert, so läßt sich feststellen, daß weder eine bloße Verbesserung der äußeren Bedingungen, noch eine Revolution im Kuhnschen Sinne den tiefgreifenden Wandlungsprozeß ausgelöst hatten, der die Emanzipation der Disziplin ermöglichte. In der Chemie scharte sich die entstehende „Scientific Community“ weniger um eine verbindliche neue Lehre oder Theorie, als vielmehr um einen wissenschaftlichen Orientierungskomplex aus rationalen Argumentations- und sozialen Handlungszusammenhängen, der Kenntnisstand und Leistungsfähigkeit des Faches auf ein neues Ziel hin ausrichtete, der Chemie damit eine zeitgemäßere Institutionalisierungsstrategie an die Hand gab und eine Neubewertung ihrer kognitiven Inhalte ermöglichte. Der Orientierungswandel erstreckte sich auf Gegenstand und Methode, Aufgabenstellung und Selbstverständnis, soziale Rolle und institutionelle Zuordnung in gleicher Weise. An seinem Wendepunkt steht die Neukonzeption einer „*chemia pura et applicata*“. Damit war zugleich die Richtung angegeben, die die autonome Entwicklung der Disziplin nehmen sollte.

7. Abschied von der Chemie der Aufklärung

Die Geschichte der Chemie als Hochschulfach geht allerdings über das damit erreichte Ziel hinaus. Der Höhepunkt der gegenseitigen Annäherung von Chemie und Kameralistik war bereits im ersten Drittel des 19. Jahrhunderts überschritten. Das auf den allgemeinen und volkswirtschaftlichen Nutzen gerichtete Programm hatte sich erschöpft, zumal die daran geknüpften Hoffnungen auf einen ganz unmittelbaren materiellen Vorteil sich nicht erfüllten. Schließlich hatte auch die Popularisierung des Faches im Zuge der von der Aufklärung in Gang gebrachten Bewegung gelegentlich zur Verflachung und Trivialisierung der ursprünglichen Zielsetzung geführt. Aber auch inhaltlich war die Chemie des 18. Jahrhunderts bei den nun zunehmend beachteten Fragen der Physiologischen und Organischen Chemie an die Grenze ihrer theoretischen und methodischen Leistungsfähigkeit gelangt, da das auf die quantitative Elementaranalyse ausgerichtete Forschungsprogramm, das vom Lavoisierschen Elementbe-

griff her noch einmal Auftrieb erhalten hatte, auf diesen Gebieten zunächst vollständig versagte.

Die institutionellen Hürden aber waren genommen; die Chemie hatte an den Universitäten Fuß gefaßt. Sie bedurfte der Hilfe von außen nun nicht mehr. Hinzu kam, daß sich die Chemiker, zumal in Deutschland unter dem Einfluß der romantischen Naturphilosophie und der neuhumanistischen Universitätsreform, die 1810 von Berlin ausging, zunehmend von ihrem utilitaristischen Erbe zu lösen versuchten. Der neue Leitstern hieß „reine Wissenschaft“ als um der Erkenntnis und um der Geistesbildung willen gewonnene Einsicht. Angewandte und Technische Chemie mußten, eben erst zum Universitätsfach erhoben, von wenigen Ausnahmen abgesehen das akademische Feld wieder räumen und an die Polytechnika ausweichen. Kein Geringerer als *Justus Liebig* (1803–1873), der selbst noch einer ganz merkantil ausgerichteten Chemietradition entstammte, hat mit ungeheurem Erfolg das neue, an der reinen Forschung orientierte Ausbildungskonzept propagiert und damit einen neuerlichen Orientierungswandel des Faches eingeleitet. Seine heftigen, weit über ihr Ziel hinaus-schießenden Attacken gegen die Vertreter der alten Richtung, der noch sein Lehrer *Karl Wilhelm Gottlob Kastner* (1783–1857) angehörte, und seine polemischen Äußerungen über den Zustand der Chemie in Österreich und Preußen, den beiden Ländern mit der stärksten merkantilistischen Tradition, waren Bestandteil jener Kampagne gegen das unmittelbar Nützliche: „Die meisten unserer Staatsmänner kennen die Chemie und Physik nur aus dem sichtbaren Vortheil, den beide auf Gewerbe und Fabriken in fremden Ländern ausgeübt haben; es lag natürlich nahe, der nämlichen Vortheile sich zu bemächtigen; so wie die Chemie früher dem Arzte unterthan war, so benutzte man sie jetzt als Hebel der Industrie. ... Als Mittel zur Geistesbildung, als Naturforschung im eigentlichsten Sinne des Wortes, ist sie von dem Staate nie in Betrachtung gezogen worden. Eine Masse von ganz unterrichteten Leuten betrachten die Chemie als eine in Regeln gebrachte Experimentirkunst, nützlich, um Soda und Seife zu machen, ein besseres Eisen und Stahl zu fabriciren, um gute solide Farben auf Seide und Baumwolle zu liefern, als Naturforschung kennen sie sie nicht. Wie sonderbar, daß der Ausdruck Bildung bei einem wahrhaft erleuchteten Volke sich nur auf die Kenntniss der classischen Sprachen, Geschichte und Literatur erstreckt! Die Frage nach den Ursachen der Naturerscheinungen, den Veränderungen von allem, was uns täglich umgiebt, ist dem regen menschlichen Geiste so angemessen, daß die Wissenschaften, welche befriedigende Antworten auf diese Fragen geben, mehr als alle anderen, Einfluß auf die Cultur des Geistes üben“^[17].

Die Herausforderung, die von der Humboldtschen Reform mit ihrer Überbewertung der „*humaniora*“ und ihrem neuen Wissenschaftsideal ausgegangen war, war von der Chemie damit angenommen und in einer Weise erwidert worden, die in sich den Keim der bildungs- und wissenschaftspolitischen Diskussion bis auf unsere Tage trägt.

Doch blicken wir noch einmal zurück. Als *Herman Boerhaave* 1718 den chemischen Lehrstuhl der Universität Leiden übernahm, klagte er besorgt, die Chemie gelte als „ungeschlacht, abstoßend und mühsam, sie bleibe von der Gemeinschaft der Gebildeten ausgeschlossen, sei den Gelehrten unbekannt oder verdächtig, stinke nach Feuer, Rauch,

Asche und Unrat, und habe kaum etwas Anziehendes aufzuweisen“^[18]. Drei Generationen später konnte der Göttinger Chemieprofessor *Johann Friedrich Gmelin*, ein Anhänger der Phlogistontheorie und einer der ersten Historiker seines Faches, bereits voll Stolz behaupten, die Chemie sei „der Abgott, vor welchem alle Völker und alle Stände, Fürsten und Unterthanen, geistliche und weltliche, Gelehrte und Ungelehrte, Hohe und Niedere die Kniee beugen; die Lieblingswissenschaft der Großen, von deren glücklichen Ausübung sie sich goldene Berge, schleunige Wiederherstellung zerrütteter Finanzen, so wie zerrütteter Gesundheit, versprachen, ... die Zuflucht des Weisen, der Licht und Belehrung sucht; die wichtigste Hilfswissenschaft des Naturforschers, die ihm Aufschluss gibt, wo ihn andere Kenntnisse verlassen; der Schlüssel zu manchen Geheimnissen der Natur; der auserwählte Leitstern im Labyrinth zahlloser Gewerbe, die Menschen und Staaten ernähren, beglücken, bereichern, die vernünftige Grundlage des Hüttenwesens, vieler Fabriken, Künste und Handwerke ...“^[19]. Keine 80 Jahre liegen zwischen beiden Aussagen. In ihnen fand jener Prozeß tiefgreifender Neuorientierung der Chemie statt, der erst die Bedingungen für ihre Entwicklung als autonome akademische Disziplin und für jenen Paradigmawechsel geschaffen hat, den wir die Chemische Revolution nennen.

Eingegangen am 5. März 1984 [A 491]

[1] H. Butterfield: *The Origins of Modern Science, 1300-1800*, Bell, London 1957.

[2] *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des Sciences, des Arts et des Métiers, Tome 3*, Briasson u. a., Paris 1753, S. 409-410. Deutsche Übersetzung des Zitats: „Es ist klar, daß die Revolution, die die Chemie auf den ihr zustehenden Rang heben könnte, die sie wenigstens auf die Höhe der Mathematischen Physik brächte, daß diese Revolution nicht anders zuwege zu bringen ist, als von einem gewandten, mitreißenden und beherzten Chemiker, der sich, von einer günstigen Ausgangsposition aus, geschickt bestimmte glückliche Umstände zunutze macht und es deshalb versteht, die Aufmerksamkeit der Gelehrten zu erregen, und zwar zu-

nächst aufgrund lautstarker Reklame sowie eines entschiedenen und überzeugten Tons, später dann, wenn seine ersten Waffen das Vorurteil [gegen die Chemie] überwunden haben, aufgrund von Vernunftargumenten“.

- [3] T. S. Kuhn: *The Structure of Scientific Revolutions (International Encyclopedia of Unified Science)*, University of Chicago Press, Chicago, IL 1962; *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*, Suhrkamp, Frankfurt am Main 1967.
- [4] E. Ströker: *Theoriawandel in der Wissenschaftsgeschichte - Chemie im 18. Jahrhundert*, Klostermann, Frankfurt am Main 1982.
- [5] K. Hufbauer: *The Formation of the German Chemical Community (1720-1795)*, University of California Press, Berkeley, CA 1982.
- [6] P. Weingart: „Wissenschaftlicher Wandel als Institutionalisierungsstrategie“ in P. Weingart: *Wissenschaftssoziologie II - Determinanten wissenschaftlicher Entwicklung*, Athenäum, Frankfurt am Main 1974, S. 11-35.
- [7] *Science at the Cross Roads*, Papers presented to the International Congress of the History of Science and Technology, London 1931, by the delegates of the U.S.S.R., Frank Cass, London 1931.
- [8] I. Kant: „Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft [1786]“ in W. Weischedel: *Immanuel Kant Werke, Bd. 8*, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt 1975, S. 15.
- [9] C. Meinel: „De praestantia et utilitate Chemiae. Selbstdarstellung einer jungen Disziplin im Spiegel ihres programmatischen Schrifttums“, *Sudhoffs Arch.* 65 (1981) 366.
- [10] C. Meinel: „Theory or Practice? The Eighteenth-Century Debate on the Scientific Status of Chemistry“, *Ambix* 30 (1983) 121.
- [11] N. Zenzén: „Johan Gottschalk Wallerius' Självbiografi“, *Lychnos Lärdomshist. Samf. Årsb.* 1953, 235.
- [12] Vgl. dazu C. Meinel: „Reine und angewandte Chemie. Die Entstehung einer neuen Wissenschaftskonzeption in der Chemie der Aufklärung“, *Ber. Wissenschaftsgesch.* 7 (1984), im Druck.
- [13] C. Friedrich, H. Langer, H.-J. Seidlein: „Christian Ehrenfried Weigel - Seine Bedeutung für die Entwicklung der pharmazeutischen Wissenschaft“, *Pharmazie* 37 (1982) 290, 446, 514.
- [14] H. Olsson: *Kemiens historia i Sverige intill år 1800 (Lychnos Bibliotek 17.4)*, Almqvist & Wiksell, Uppsala 1971.
- [15] J. G. Menn: *Rede von der Nothwendigkeit der Chemie*, Universitätsdruckerei, Köln 1777.
- [16] H. Döbling: *Die Chemie in Jena zur Goethezeit (Zeitschrift des Vereins für Thüringische Geschichte und Altertumskunde, Neue Folge, Beiheft 13)*, G. Fischer, Jena 1928.
- [17] J. Liebig: „Über das Studium der Naturwissenschaften und über den Zustand der Chemie in Preußen [1840]“ in J. von Liebig: *Reden und Abhandlungen*, Winter, Leipzig 1874, S. 12.
- [18] H. Boerhaave: *Sermo academicus de Chemia suos errores expurgante*, P. v. d. Aa, Leiden 1718, S. 2.
- [19] J. F. Gmelin: *Geschichte der Chemie seit dem Wiederaufleben der Wissenschaften bis an das Ende des 18. Jahrhunderts. Bd. 1*, Rosenbusch, Göttingen 1797, S. 2.