

Christoph Meinel

Reine und angewandte Chemie

Die Entstehung einer neuen Wissenschaftskonzeption in der Chemie der Aufklärung*

Summary: In its attempt to achieve acknowledgement and support as a true science and academic discipline eighteenth-century chemistry experienced that the traditional distinction between theory and practice, respectively between science and art, was an incriminating heritage and did not longer conform to the way chemists saw themselves. In order to substitute the former, socially judging classification into theoretical science and practical art, J. G. Wallerius from Uppsala coined the term *pure and applied chemistry* in 1751. The idea behind this new conception was that it ought to be chemistry's research aim and not the kind of work, be it manual or intellectual, which was to decide about its branches and their dignity. The change in orientation which took place during the eighteenth century, and which is symbolized by the new dichotomy "pure and applied", led towards a revaluation of the utilitarian aspects of chemistry. Its historical roots reach back to a long and fruitful cooperation of, and interaction between chemistry and economy, which was reinforced by the Stahlian tradition in Germany and Scandinavia. Subsequently, it was its strong economic bias that helped chemistry to become institutionalized and accepted as an academic discipline distinct from the medico-pharmaceutical profession. The analysis of this change of attitudes, behaviour and institutional pattern suggests that, at least during the period of institutionalization of this particular discipline, social structures and the intrinsic scientific contents are so tightly interrelated, that any division into "internal", cognitive developments (facts, theory and subject-matter) and "external" conditions (social context and strategies of institutionalization) would be artificial, since they both constitute the scientific community as a context of argumentation and action.

Schlüsselwörter: Angewandte Chemie, Chemie, Aufklärung, Institutionalisierung, Kameralistik, Ökonomie, Universitäten, Utilitarismus; Johan Gottschalk Wallerius; XVIII Jh.

Der Aufstieg der Chemie als einer wissenschaftlichen, akademischen Disziplin führte das Fach im 18. Jahrhundert vom bescheidenen Status einer medizinischen Hilfswissenschaft in anrühiger Nähe betrügerisch-alchemistischer Obskurität bis zum Rang einer Modewissenschaft des ausgehenden aufgeklärten Jahrhunderts. Aus der quantitativen Vermehrung chemischer Kenntnisse, der zunehmenden Rationalität bei der Aufstellung von Theorien und Forschungsprogrammen oder der Vervollkommnung von La-

* [Ergänzender Beitrag zum XV. Symposium der Gesellschaft für Wissenschaftsgeschichte („Das Entstehen neuer Wissenschaften in der Neuzeit“, 1977), abgedruckt in *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte* 1 (1978), 5–179.] – Frühere Fassungen des vorliegenden Aufsatzes wurden im September 1982 auf der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Geschichte der Medizin, Naturwissenschaft und Technik in Trier sowie im Juni 1983 auf dem Internationalen Kongreß für Reine und Angewandte Chemie in Köln vorgetragen.

boratoriumstechnik und chemischer Produktion läßt sich der erstaunliche Aufschwung, den das Fach nahm, allein schwerlich erklären. Die entscheidende Phase der Formierung und Institutionalisierung der Chemie fällt nämlich in eine im Kuhnschen Sinne eher vor-paradigmatische Epoche ihrer Geschichte. Jeder Versuch, die diesem Wandel zugrundeliegenden Triebkräfte zu erfassen, wird daher kognitive Elemente der Wissenschaft ebenso zu berücksichtigen haben wie die sozialen Normen der sie tragenden und ausübenden Gruppen. Erst wo sich diese mit den Erwartungen und Normen der sie umgebenden Gesellschaft in Übereinstimmung befinden, sind die Voraussetzungen für die fachliche Institutionalisierung erfüllt. Entstehung, Durchsetzung und Wandlung von Wissenschaften sind soziale Prozesse, die sich mit bestimmten Gruppen identifizieren lassen. Dabei geht die Entwicklung der kognitiven Inhalte einher mit spezifischen Institutionalisierungsstrategien, die darauf gerichtet sind, die gesellschaftliche und institutionelle Basis für die neuen Ideen zu schaffen. Man wird deshalb die *Scientific Community* als einen Argumentations- und Handlungszusammenhang begreifen müssen, in dem kognitive Elemente und Institutionalisierungsstrategien aufs engste miteinander verknüpft sind¹. Am historischen Weg der Chemie im 18. Jahrhundert und an den Bedingungen der Möglichkeit ihrer eigenständigen fachlichen Entwicklung wird die geschichtliche Identität kognitiver und sozialer Strukturen deutlich. Denn hier scharte sich die entstehende Wissenschaftlergemeinschaft weniger um ein neues Dogma oder um ein gemeinsames Paradigma, das eine bestimmte Forschungs- oder Denktradition begründet hätte, sondern eher um einen Orientierungskomplex aus rationalen Argumentations- und sozialen Handlungszusammenhängen, der sich am ehesten als Wissenschaftsideologie charakterisieren ließe. Am Wendepunkt dieser Neuorientierung entstand die Konzeption einer *Chemia pura et applicata*. Dieser Vorgang soll hier in seinen Ursachen und Folgen dargestellt werden.

Theorie oder Praxis?

Die uns so geläufige Unterscheidung der Chemie in einen „reinen“, auf die Erweiterung oder Präzisierung des Inhaltes wissenschaftlicher Theorien und Kenntnisse, und in einen „angewandten“, auf deren Nutzenanwendung zur Gestaltung der Lebenswirklichkeit gerichteten Bereich ist eine Wissenschaftskonzeption der Aufklärung. Sie ging hervor aus der ausgedehnten Methodendiskussion des 18. Jahrhunderts². Diese war in der Chemie immer wieder auf die Frage nach dem Verhältnis von Theorie und Praxis hinausgelaufen und hatte sich regelmäßig daran entzündet, ob sich die Chemie als Wissenschaft im eigentlichen Sinne begreifen dürfe oder ob sie bloß systematische Kunst sei. In diesem Streit ging es beileibe nicht um ein bloß akademisches Wortgeplänkel oder um fachspezifische Methoden, sondern es ging um eine für das Fach vitale Frage der sozialen Legitimation und der Anerkennung innerhalb der universitären Hierarchie. Schließlich versuchte man, von der überkommenen Zweiteilung in Theorie und Praxis loszukommen und den Ort der Chemie im Koordinatensystem von Wissenschaft und Gesellschaft mit Hilfe besser geeigneter Kriterien neu zu bestimmen. Die Lösung hieß: Reine und angewandte Chemie. Der darin begriffene Orientierungswandel spiegelt den historischen Kontext wider, in dem die Chemie sich als junges und nicht unumstrittenes Fach zu legitimieren hatte.

Im Grunde verstand es sich schon für die Chemiker des 17. Jahrhunderts nahezu von selbst, daß sich der Gegenstand ihrer Wissenschaft, die stoffliche Beschaffenheit der

Welt und die Ursachen stofflicher Umwandlungen, nur theoretisch *und* praktisch, nur *experientia et ratione* erfassen läßt. Daß praktische Erfahrung und theoretische Vernunft aufs engste aufeinander angewiesen sind und die eine ohne die andere nicht bestehen kann, ist ein historisch nahezu invarianter Topos der Wissenschaftsgeschichte³. In der Chemie scheint die Verbindung von Theorie und Praxis von der Sache her schon deshalb in besonderer Weise vorgezeichnet zu sein, weil sich Aussagen über stoffliche Vorgänge und Eigenschaften kaum je aus reiner Spekulation oder bloßer Empirie gewinnen lassen können, da der untersuchte Prozeß selbst in aller Regel bereits das Resultat eines planmäßigen, in den Naturablauf eingreifenden, praktischen Handelns ist. Folgerichtig benannte deshalb Jean Beguin in seinem weitverbreiteten *Tyrocinium Chymicum* von 1608 τὸ ἔργον πρᾶγμα als das eigentliche Ziel chemischer Theorie, während er die bloße „cognitio et contemplatio corporum mistorum“ der *Physica* zuwies⁴. Wenn dennoch im gelehrten Streit gelegentlich der eine oder der andere Aspekt die Oberhand zu gewinnen schien und man einmal die Theorie, ein andermal die Praxis zur vermeintlich obersten Lehrmeisterin des Faches erhob, so lag dies nicht zuletzt auch daran, daß hier mittelalterlich-scholastische Schemata der Wissenschaftsklassifikation nachwirkten und mit einer oft allzu vordergründigen Scheidung zwischen θεωρία und πρᾶξις das Begriffsfeld der wissenschaftlichen Diskussion prägten⁵. In verbindlicher Gültigkeit hat erst Robert Boyle die ständige und unmittelbare Theoriebezogenheit der chemischen Praxis aufgewiesen und ein erfahrungsbezogenes Theoriekonzept entwickelt, in dem das Experiment als letzte Kontrollinstanz im Zentrum des chemischen Forschungsprogrammes stand⁶. Damit war der formal-spekulative Theoriebegriff der Scholastik endgültig aus dem Bereich naturwissenschaftlich-chemischer Theoriebildung verbannt. Rückblickend hat denn auch die frühe Geschichtsschreibung der Chemie, soweit sie nicht bloß darauf aus war, die Anfänge des Faches so weit als möglich zurückzudatieren, in der konsequenten Verknüpfung von Theorie und Praxis den Ursprungspunkt der Chemie als moderner Wissenschaft erkannt⁷. Beliebte und einprägsame Kurzformeln wie *scientia practica*, *philosophia per ignem* oder *pyrosophia* brachten das Spezifische der so verstandenen Chemie auf den Begriff.

In der Folge der naturwissenschaftlichen Revolution lebte aber auch in der Chemie zu Beginn des 18. Jahrhunderts die Diskussion über Ziel und Methode des Faches wieder auf⁸, ohne jedoch in der Frage nach dem Verhältnis von Theorie und Praxis über den einmal erreichten Stand hinauszugelangen. Wenn Michael Lomonossow 1741 seinen *Elementa Chymiae Mathematicae* das Postulat voranstellte, der wahre Chemiker müsse Theoretiker und Praktiker in einer Person sein⁹, und wenn Pierre Joseph Macquer später die enge Verbindung von *raisonnement* und *experience* beschwor¹⁰, so dürften derartige Bekenntnisse bereits einem festen rhetorischen Vorrat angehört haben. Als Allgemeingut des Faches erschien eine nähere Bestimmung des Verhältnisses der beiden Bereiche für die Chemie jedenfalls nicht dringlich. Auch wenn Macquer zunächst seine *Elemens de Chymie Théorique* (Paris 1749) erscheinen und ihnen zwei Jahre später die *Elemens de Chymie Pratique* (Paris 1751) folgen ließ, als handele es sich dabei um zwei voneinander unabhängige Gegenstände, so wollte er die unlösbare Verbindung beider Gebiete doch nicht im entferntesten in Frage stellen. Wie weit der alte Gegensatz von Theorie und Praxis bereits überwunden war, geht schon daraus hervor, daß Macquer seine theoretische Chemie anhand ihrer Operationen definierte und den Band mit Kapiteln zur Theorie der Gefäße und Öfen beschloß, die wir eher dem praktischen Teil des Faches zuweisen würden. Über die Kriterien solcher Unterscheidung haben die

Autoren leider nur in den seltensten Fällen Rechenschaft abgelegt. Wo dies geschah, sprachen meist didaktische Argumente für die Beibehaltung der herkömmlichen Einteilung, da nur die theoretische Chemie es erlaube, den Lehrstoff vom Einfachen zum Komplexen, vom Bekannten zum Unbekannten hin zu entwickeln, während sich die praktische Chemie einer systematischen Darstellung widersetze¹¹.

Wissenschaft oder Kunst?

Damit war jedoch das Problem allenfalls für die fachimmanente Diskussion gelöst. Für die Institutionalisierung der Chemie aber blieb die Frage weiterhin kontrovers, weil die Unterscheidung zwischen Theorie und Praxis mit einem anderen Einteilungsschema der antik-mittelalterlichen Wissenstradition, der Scheidung von *scientia* und *ars*, interferierte. Noch zu Beginn des 17. Jahrhunderts hatte kein geringerer als Daniel Sennert, selbst eine chemische Autorität ersten Ranges, dem Fach die Qualität einer *scientia* glattweg abgesprochen, indem er alle Ursachenforschung allein der *Physica* vorbehielt und der Chemie nur den Bereich herstellender, vornehmlich pharmazeutischer *ποίησις* zuwies¹². Dieses Urteil sollte die öffentliche Meinung lange bestimmen. Selbst Immanuel Kant war noch 1786 der Ansicht¹³, 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.

Ein Verdikt wie dieses war für ihre Anerkennung und institutionelle Entwicklung natürlich höchst hinderlich. Solange man Theorie und Praxis in erster Linie als Unterscheidung zwischen intellektuellem Habitus und manueller Tätigkeit begriff und von daher zwischen *ars* und *scientia* unterschied, ging es für die Chemie nicht um einen innerfachlichen Methodenstreit, den sie allein hätte austragen können, sondern um die gesellschaftliche Bewertung des Faches und seinen Rang im System der Wissenschaften.

Die Chemiker des 18. Jahrhunderts wurden deshalb nicht müde, gegen das verbreitete Bild der Chemie als einer eher handwerklichen Tätigkeit anzugehen und ihren Charakter als den einer wirklichen *scientia* zu demonstrieren. So entstand eine eigene literarische Tradition von Programmschriften, deren Aufgabe es war, für die Chemie als Wissenschaft *sui generis* und *sui iuris* zu werben¹⁴. Die Rhetorik dieser Selbstdarstellungen läßt erkennen, daß das Dilemma der sich formierenden Disziplin in der Tat nicht in innerfachlichen Mängeln, nicht in kognitiven Entwicklungen, nicht in einer Krise im Kuhnschen Sinne begründet war, sondern sich aus den spezifischen Institutionalisierungsbedingungen der akademischen Disziplin erklärt. Denn mit der Chemie trat ein Fach in die traditionelle Bildungsinstitution Universität ein, dem im wahrsten Sinne des Wortes der Ruhm des Unakademischen, Handwerklichen und noch dazu Unreinlichen anhaftete. Leitmotivisch klingt diese Klage erstmals in Hermann Boerhaaves Leidener Antrittsvorlesung als Chemieprofessor an und zieht sich von dort durch die gesamte apologetische Literatur der Disziplin¹⁵:

Seht nur mein elendes Los! Vor den Würdenträgern der Republik, im Beisein der weisesten Professoren, vor Gelehrten, die in sämtlichen Wissensgebieten zuhause sind, wage ich, von der Chemie zu reden! Von der Chemie, die als ungeschlacht, abstoßend und mühsam gilt, die von der Gemeinschaft der Gebildeten ausgeschlossen bleibt, den Gelehrten unbekannt oder suspekt ist, die nach Feuer, Rauch, Asche und Unrat stinkt und kaum etwas Liebliches aufzuweisen hat!

Noch der 1777 als erster Chemieprofessor nach Köln berufene Johann Georg Menn hatte guten Grund zur Sorge, es könne „zu geringgeschätzt erscheinen“, daß er sich so

eingehend mit „gemeinen Verrichtungen, die man nur der mittleren Klasse der Menschen zu überlassen gewohnt ist“, abgegeben habe¹⁶. Solange die praktische, manuelle Tätigkeit im Laboratorium geeignet war, den Vertreter der Chemie in den Augen seiner Fakultätskollegen oder des allgemeinen Publikums sozial zu kompromittieren, solange andererseits Professoren, wie noch im Nachruf auf Macquer¹⁷ zu lesen ist, es sich ihrer professoralen Würde schuldig zu sein glaubten, auch im Laboratorium im Talar zu erscheinen und dort folglich nichts anderes vermochten als zu disputieren, mußte die alte Scheidung zwischen Theorie und Praxis notwendig zum Konflikt zwischen Selbstverständnis und gesellschaftlicher Wertschätzung des Faches führen und für den einzelnen Chemiker fachliche Ethik und Karrieregesichtspunkte in Widerstreit geraten lassen.

Reine und angewandte Chemie

Es ist in diesem Zusammenhang bemerkenswert, wie sich in der Chemie seit der Mitte des 18. Jahrhunderts die Tendenz durchsetzte, die als steril und hinderlich empfundene Distinktion von Theorie und Praxis durch die noch heute geläufige Unterteilung des Faches in reine und angewandte Chemie, *chemia pura* und *chemia applicata*, zu ersetzen. Was auf den ersten Blick als eine eher geringfügige Akzentverschiebung erscheinen mag, erkannten die aufmerksameren Zeitgenossen als eine sorgfältig bedachte Neukonzeption der Chemie als ganzer, als einen wissenschaftlichen Orientierungskomplex, der Kenntnisstand und Leistungsfähigkeit des Faches auf ein neues gesellschaftliches Ziel hin ausrichtete und ihm damit eine zeitgemäßere Institutionalierungsstrategie an die Hand gab, war doch nun endlich die Aporie der herkömmlichen Trennung in theoretische Wissenschaft und praktische Kunst aufgehoben. Denn fortan sollte nicht mehr die Art der Tätigkeit mit all dem Mangel, der dem Manuellen noch immer anhaften mochte, über die Bewertung des Faches entscheiden, sondern allein das Forschungsziel in seiner gesellschaftlichen Relevanz. Dieses richtete sich bei der reinen Chemie auf die Prinzipien und Gesetzmäßigkeiten der stofflichen Erscheinungen, bei der angewandten Chemie auf deren Nutzbarmachung für die Bedürfnisse der Menschen. Beiden Bereichen aber wurde die innigste Verbindung von chemischer Theorie und experimenteller Praxis zur selbstverständlichen Auflage gemacht.

Die Herkunft dieses Konzeptes und die Umstände seiner Entstehung lassen sich sehr genau bestimmen. 1749 sollte an der Universität Uppsala der erste Lehrstuhl für Chemie in ganz Schweden eingerichtet werden, und zwar, nach dem Willen der zuständigen Regierungskommission und mit Rücksicht auf die metallurgischen Interessen des Landes, nicht in der Medizinischen, sondern in der Philosophischen Fakultät, wo auch die Studenten der Kameralia und des Bergfaches ihre allgemeinwissenschaftliche Ausbildung genossen. Der Ruf ging zunächst an Georg Brandt, der selbst aus einer Bergwerksbesitzerfamilie stammte, in Uppsala Mathematik und Naturwissenschaften studiert hatte, als Stipendiat des *Bergskollegium* bei Boerhaave in Leiden gewesen war und auch den Harz bereist hatte, und der nun das Laboratorium des *Bergskollegium* in Stockholm leitete und zugleich Münzwardein der königlichen Münze war.

Als Brandt ablehnte, fiel die Wahl auf Johan Gottschalk Wallerius. Dieser hatte als Adjunkt der Medizinischen Fakultät zu Uppsala bereits seit 1738 ein chemisch-metallurgisches Unterrichtslaboratorium unterhalten und ein wichtiges, in viele Sprachen übersetztes Handbuch der Mineralogie verfaßt. Im Juli 1750 trat Wallerius in der

Philosophischen Fakultät sein neues Amt als erster Chemieprofessor Schwedens an. Seine Antrittsrede *Oratio inauguralis ad Professionem Chemicam, qua demonstratur privilegia Civitatis Academicæ pleno jure Chemiæ esse data atque concessa*¹⁸ galt einem sichtlich noch strittigen Thema, das ihm vom Rektor der Universität gestellt worden war. Zur Aufgabe des neuernannten Professors gehörte der Unterricht in Chemie, Metallurgie und Pharmazie sowie die Prüfung der Medizinstudenten in Pharmazie, Chemie und der Kunst des Rezeptierens. Daß dieses Examen nach ausdrücklichem Wunsch des Königs vor einem Mitglied der Philosophischen Fakultät abzulegen war, erregte bei den Kollegen aus der Medizinischen Fakultät begreiflichen Unmut. Wortführer ihrer Partei war kein geringerer als Carl von Linné, mit dem Wallerius bereits 1741 anlässlich der Besetzung des Lehrstuhls für Praktische Medizin eine tumultuöse Auseinandersetzung gehabt hatte und der inzwischen eine medizinische Professur für Botanik, Diätetik und Materia Medica bekleidete. Der neue Chemielehrstuhl mußte dem als heftig und verletzlich bekannten Linné als ein unerhörter Eingriff in seine eigenen wissenschaftlichen und – angesichts der ihm entgehenden Honorare – natürlich auch finanziellen Interessen erscheinen. Gleichwohl hatte sein Einspruch keinen Erfolg. Die Chemieprofessur verblieb mit allen Prüfungsbefugnissen in der Philosophischen Fakultät.

Auch wenn die Fakultätszugehörigkeit damit entschieden war, schien doch die Stellung des jungen Faches noch keineswegs gesichert. In seinen autobiographischen Aufzeichnungen¹⁹ erinnerte sich Wallerius, daß die Chemie damals eine noch so gänzlich neue und unbekannte Profession war, daß niemand im Reich einen rechten Begriff von ihr hatte, so daß er sich genötigt gesehen habe, zum Nutzen der studierenden Jugend einen *Bref om Chemiens rätta Beskaffenhet, Nyttä och Wärde*²⁰ drucken zu lassen. In dieser im Vergleich mit anderen Programmschriften ganz nüchternen und eher technischen Darstellung wird die Chemie als Teil der allgemeinen und experimentellen Naturlehre, der *Physica*, charakterisiert und ihr großer Nutzen auf fast allen Bereichen des menschlichen Lebens unter besonderer Rücksicht auf die schwedischen Verhältnisse erläutert. Dabei bediente sich Wallerius erstmals der neuen Einteilung des Faches in reine und angewandte Chemie²¹:

At ärnä någon redig kundskap om *Chemien*, håller jag beqwämligast wara, indela densamma i *Chemiæ puram* och *Chemiæ applicatam*. [...] *Chemia pura* är en Wettenskap om kropparnas blandning, theas *principier* och grundämnen. *Chemia applicata* är en konst, som wisar huruledes genom kropparnas blandning eller delning, åtskilliga, wid hwarjehanda tilfällen i det allmänna lefwernet, nyttiga ämnen, tilredas kunna.

Die angewandte Chemie nimmt in Wallerius' Darstellung den weit gewichtigeren Platz ein, wobei auffällt, daß die medizinische Chemie zwar als ältestes und erstes, nicht aber als wichtigstes Anwendungsgebiet erscheint: „ökonomische“, d. h. Agrikulturchemie und Metallurgie, standen Wallerius näher, und auf diesen beiden Gebieten sah er den Nutzen des Faches auch am unmittelbarsten zu greifen. Schulemachend sollte die von ihm vorgeschlagene Einteilung der angewandten Chemie in neun einzelne Wissensschaftsbereiche werden, nämlich in Medizinische Chemie, Mineralogische Chemie (*lithurgica*), Salzchemie (*halurgica*), Feuerchemie (*tejurgica*), Metallurgie, Glaschemie, Agrikulturchemie (*chemia oeconomica*), Farbchemie (*chemia chromatica*) und Kunst- oder Handwerkschemie (*chemia technica, opificiaria*).

Noch im Dezember 1751 ließ Wallerius in einer programmatischen Dissertation *De nexu chemiæ cum utilitate reipublicæ*²², der lateinische, schwedische und französische Widmungen an nicht weniger als vier hochgestellte Persönlichkeiten des Landes vorausgeschickt sind, das neue Konzept noch einmal in aller Ausführlichkeit vorstellen. Auch

in dieser Schrift geht es bezeichnenderweise wieder vornehmlich um die Anwendung chemischer Kenntnisse zum Nutzen von Ökonomie, Landwirtschaft und Metallurgie, dargestellt am Beispiel der Mineralogischen Chemie, wobei medizinisch-pharmazeutischer Aspekte mit kaum einer Zeile gedacht ist. Über das zunächst auf Schwedisch verfaßte und dann von ihm selbst ins Lateinische übertragene Lehrbuch der Physischen Chemie²³ fand Wallerius' Konzept dann weitere Verbreitung. Dabei konnte er im Lehrbuch seinen ursprünglichen Ansatz insofern modifizieren, als nun deutlich war, daß mit einer konsequenten Einteilung der Wissenschaft von ihrem Erkenntnis- und Wirkungsziel her nicht nur die alte Trennung von Theorie und Praxis, sondern auch der leidige Streit um *ars* oder *scientia* hinfällig wurde. Denn nun durften sich alle Teilbereiche der angewandten Chemie als eigenständige, in sich abgeschlossene Wissenschaften verstehen, die theoretische wie praktische Gesichtspunkte umfaßten.

Bei der Wahl des Begriffspaares ‚reine und angewandte‘ Chemie hatte erklärtermaßen die Mathematik Pate gestanden, die man bereits in *mathematica pura* und *applicata* einteilen pflegte. Bei der Übertragung auf die Chemie war jedoch eine bemerkenswerte semantische Verschiebung eingetreten, die die Modernität der Wallerius'schen Konzeption deutlich werden läßt. Schon die spätantike mathematische Tradition kannte nämlich die Unterscheidung zwischen denjenigen Zweigen der Mathematik, die Quantitäten an sich und als rein intelligible Größen behandelt, wie Arithmetik und Geometrie, und denjenigen Zweigen, die es mit sensibler, an Materie gebundener Quantität und der Ausmessung realer Gegenstände zu tun haben. Mit der Wiederaufnahme griechischer Mathematik setzte sich für diese Unterscheidung an der Wende zum 17. Jahrhundert das Begriffspaar *mathematica pura* und *mathematica mixta* (oder *impura*) durch²⁴. Neben dieser, vom Gegenstand her bestimmten Einteilung existierte aber weiterhin die aristotelische Unterscheidung von theoretisch-spekulativer und praktischer Mathematik, die sich sowohl auf Bereiche der reinen wie der gemischten Mathematik erstreckte. Als ein Synonym für die aus Elementen der reinen Quantitätsbetrachtung und solchen der realen, dinglichen Welt „gemischten“ *mathematica mixta* wurde dann vom beginnenden 18. Jahrhundert an, und zwar zunächst in Deutschland, der Begriff „angebrachte“ oder „angewandte“ Mathematik üblich²⁵. Doch erst seit dem späten 19. Jahrhundert findet er sich im heutigen Sinne, d. h. im Sinn einer zweckorientierten, auf einzelne Gebiete des wirtschaftlichen oder gesellschaftlichen Lebens bezogenen Forschung. Während also dem Begriff „angewandte Mathematik“ der Aspekt der Anwendbarkeit und des allgemeinen Nutzens zunächst gänzlich abging, war gerade dieser Gesichtspunkt im Begriff der „angewandten Chemie“, wie ihn Wallerius eingeführt und ausdrücklich vom Erkenntnisziel her definiert hatte, von Anfang an die semantisch entscheidende Komponente. Er spiegelt damit ein durchaus originelles und für das Selbstverständnis der Chemie jener Zeit kennzeichnendes Konzept wieder.

Wirkungsgeschichte des Begriffspaares

Über die lateinische und mehr noch die deutsche Übersetzung von Wallerius' *Physischer Chemie* setzte sich die Einteilung in reine und angewandte Chemie bald durch. Im Deutschen begegnet sie uns erstmals in der 1761 begonnenen Übersetzung des Wallerius'schen Lehrbuches, die der Erfurter Extraordinarius für Chemie, Botanik und Anatomie, Christoph Andreas Mangold, auf Grundlage der lateinischen Vorlage angefertigt und um eigene Anmerkungen ergänzt hatte²⁶. Deutlich zeigt sich hier, daß die neue

Einteilung in reine und „angewendete“ Chemie – wie es bei Mangold noch hieß – nach der „verschiedenen Absicht“, d. h. nach dem Forschungsziel, und nicht nach der Art der Tätigkeit oder der Forschungsmethode vorgenommen worden war:

§ 2 Die *reine* Chemie ist eine Wissenschaft, welche von der Mischung der Körper und ihren Anfängen handelt. Der *Endzweck* derselben ist mehr lehrend als ausübend [...].

§ 3 Die *angewendete* Chemie ist eine ausübende Wissenschaft, welche von denen Bereitungen handelt, die aus Zertheilung und Zusammensetzung der Körper entspringen und einigen Nutzen im gemeinen Leben haben können. Die *Absicht* dieser Chemie ist mehr ausübend als lehrend, nämlich, diejenigen Dinge, so im gemeinen Leben nützlich sind, durch die chemische Kunst zu verfertigen, und die Art, sie zu verfertigen, wo es nöthig ist, zu verbessern.

In der Neubearbeitung des Bandes, die Christian Ehrenfried Weigel 1780 folgen ließ, nachdem er zuvor schon den zweiten, nur schwedisch vorliegenden Teil des Werkes ins Deutsche übertragen hatte²⁷, ist der Ausdruck „angewendete“ dann durch „angewandte Chemie“ ersetzt. In dieser Form hatte Weigel den Begriff bereits in seiner am 14. Mai 1774 gehaltenen Antrittsrede *Vom Nutzen der Chemie insbesondere in Absicht auf Pommern betrachtet* gebraucht. Nicht zuletzt der erfolgreichen publizistischen Tätigkeit dieses unermüdlichen Anwalts einer autonomen chemischen Wissenschaft und tatkräftigen Förderers ihrer utilitaristischen Aspekte ist es zu danken, daß sich Wallerius' Unterscheidung in der deutschsprachigen chemischen Literatur rasch durchsetzte. Als Professor für Chemie und Pharmazie im schwedischen Greifswald hatte Weigel nämlich eine einzigartige Vermittlerrolle zwischen skandinavischen und deutschsprachigen Chemikern inne²⁸. Neben Wallerius hat er auch mineralchemische und analytische Arbeiten von Torbern Bergman und Gustav von Engeström übersetzt. Den Zeitgenossen war er als Erfinder des später fälschlich Liebigkühler genannten Kondensationskühlers bekannt. Christian Ehrenfried Weigels 1777 in Greifswald erschienener *Grundriß der reinen und angewandten Chemie*, ein seinerzeit sehr verbreitetes Werk, schließt sich eng an die *Physische Chemie* von Wallerius an und bietet zugleich den ersten Beleg für die Verwendung des Begriffspaares im Titel eines chemischen Lehrbuchs²⁹. Aus diesem Werk übernahm wiederum Johann Christian Wiegleb, der lange Zeit als *opinion leader* der deutschen Chemikergemeinschaft galt³⁰, die Unterscheidung von reiner und angewandter Chemie als Gliederungsprinzip und inhaltliches Argument in sein *Handbuch der allgemeinen Chemie* (Berlin/Stettin 1781), das sich auch sonst sehr stark an Weigel orientierte. Wiegleb definierte hier die reine Chemie als die Lehre von den chemischen Bestandteilen, Verbindungen, Operationen und Werkzeugen, während er die angewandte Chemie auf die Bereitung nützlicher Produkte und die Verwertung chemischer Kenntnisse in Pharmazie, Technik und Ökonomie verwies. Für die transnationale Verbreitung der neuen Konzeption sorgte freilich auch Torbern Bergmans *Anledning til föreläsningar öfver chemiens beskaffenhet och nytta* (Stockholm/Uppsala/Åbo 1779), eine Einführungsschrift zu seinen Vorlesungen, die sich eng an den *Bref om chemiens rätta beskaffenhet, nytta och värde* seines Lehrers und Amtsvorgängers auf dem Uppsalaer Chemielehrstuhl Johan Gottschalk Wallerius anlehnte und noch im gleichen Jahr in einer deutschen Übersetzung erschien (Stockholm/Leipzig 1779), der zwei englische Fassungen (London 1783 und 1784) sowie eine italienische Ausgabe (Firenze 1788) folgten. Auch Johann Christian Polykarp Erxlebens *Anfangsgründe der Chemie* (Göttingen 1775), ein außerordentlich einflußreiches, letztmals 1793 von Wiegleb herausgegebenes Werk, das sich als eines der ersten deutschen Lehrbücher deutlich von der pharmazeutisch-medizinischen Tradition des Chemieunterrichts an den Hochschulen

abgrenzte, verrät den Einfluß von Wallerius. Selbst in allgemeine Systeme der Gelehrsamkeit wie in Johann Joachim Eschenburgs *Lehrbuch der Wissenschaftskunde* (Berlin/Stettin 1792) fand die neue Unterscheidung von reiner und angewandter Chemie Eingang. Ein 1785 in Leipzig anonym publiziertes *Handbuch der gemeinnützigen Chemie bei verschiedenen chymischen Arbeiten* teilte das Fach sogar kurzerhand in einen gelehrten und einen gemeinnützigen Teil ein.

Freilich folgten bei weitem nicht alle Autoren der scharfsinnigen terminologischen Unterscheidung von Wallerius, auch wenn Weigel noch nachdrücklich darauf bestanden hatte, daß man die „angewandte oder besondere Chemie [...] mit der ausübenden oder practischen nicht verwechseln“ dürfe³¹. Denn für ihn besaßen sowohl angewandte als auch reine Chemie jeweils eigene Bereiche von Theorie und Praxis. Die Einteilungsschemata rein – angewandt bzw. theoretisch – praktisch operierten mithin auf unterschiedlichen Ebenen und konnten deshalb nicht zur Deckung gebracht werden. Noch Johann Friedrich Gmelin und Friedrich Stromeyer benutzten die Unterscheidung theoretischer und praktischer Aspekte der Wissenschaft konsequent als eine der Einteilung in reine und angewandte Chemie untergeordnete Kategorie³². Andere Chemiker nahmen es damit weniger genau. Oft genug wurden im ausgehenden 18. Jahrhundert die Bezeichnungen reine, physische oder theoretische Chemie nahezu synonym gebraucht und der angewandten, praktischen oder experimentellen Chemie gegenübergestellt. Gleichwohl hatte sich ein bemerkenswerter Bedeutungswandel vollzogen. Denn fortan war es die Unterscheidung von reiner und angewandter Wissenschaft im Sinne von Wallerius, die Unterscheidung in einen auf die Erweiterung und Vervollkommenung des kognitiven Gehalts und in einen auf dessen Nutzenanwendung gerichteten Zweig der Chemie, die allen derartigen Klassifikationsversuchen inhaltlich zugrundelag, auch wenn sich die Autoren in bisweilen gesuchter Originalität um eigene Formulierungen bemühten. Allderdings blieb die Verwendung des Begriffspaars ‚reine und angewandte‘ Chemie wie auch die seines lateinischen Äquivalents *Chemia pura et applicata* zunächst, wohl auch aus sprachlichen Gründen, überwiegend auf den skandinavischen und deutschen Raum beschränkt. In der Sache aber läßt sich der darin begriffene Bedeutungswandel auch dort nachweisen, wo man länger an der herkömmlichen Trennung in *chimie théorique et pratique* oder in *theoretical and practical chemistry* festhielt.

Im Französischen³³, wo das Verb *appliquer* bedeutungsmäßig zunächst noch in der Nähe des lateinischen *plicare* und *ligare* stand, kennt die *Encyclopédie* 1751 bereits die Wendung „application d’une science à une autre“ wie z. B. „application de la géométrie à l’algebre“³⁴. Der Aspekt der Nutzenanwendung fehlt hier aber noch ganz. Der Kontext, in dem dieser sich zuerst belegen läßt, ist dann in höchstem Maße charakteristisch: Es ist der *Esquisse d’un tableau historique des progres de l’esprit humain* (Paris An III [= 1794/95]) des Marquis de Condorcet, das Manifest aufgeklärten Fortschrittsdenkens. Dort heißt es: „il s’agit d’appliquer ces vérités à la pratique, et de déduire de la science l’art qui en doit être le résultat utile“³⁵. Ein früher chemischer Beleg findet sich im Titel von Jean Antoine Chaptals *Chimie appliquée aux arts* (Paris 1807), und wirklich hat gerade Chaptal seine chemisch-industrielle Tätigkeit ganz ausdrücklich als patriotische Verpflichtung begriffen und auf die wirtschaftlichen Gegebenheiten und Bedürfnisse seiner Heimat, des Languedoc, ausgerichtet^{35a}.

Im Englischen³⁶ kannte bereits Samuel Johnson in der 14. Nummer seiner bekannten Wochenschrift *The Rambler* von 1750 „the difference between pure science, which has to do only with ideas, and the application of its laws to the use of life“, doch sein *Dictio-*

nary of the English language (London 1755) verzeichnet die Unterscheidung von *pure and applied science* noch nicht. Im allgemeinen Sprachgebrauch hat sie sich nur langsam durchgesetzt. Als Torbern Bermans *Anledning til föreläsningar öfver chemiens beskaffenhet och nytta* von 1779 auf dem Umweg über die im gleichen Jahr in Leipzig erschienene deutsche Übersetzung 1780 ins Englische übersetzt wurde, taten sich die Übersetzer mit dem Begriff „angewandte Chemie“ noch schwer. Den 32. Paragraph der deutschen Fassung „Wenn sie [die Chemie] aber zum besondern oder allgemeinen Nutzen angewandt wird [...] so verdient sie den Nahmen der angewandten (Chemia applicata)“ hatte der in London lebende österreichische Arzt Franz Xaver Schwediauer zunächst mit „But when it is applied to a particular or general use [...] it merits the name of chemia applicata“ wiedergegeben. Jeremy Bentham, der Exponent des englischen Utilitarismus, der die Rohübersetzung seines Freundes in ein eleganteres Englisch brachte, machte daraus ohne Rücksicht auf die unterschiedliche Bedeutung „But when it enters, more or less, into details, and applies itself to use [...] it may be termed (chemia applicata) mixt, particular, or popular chemistry“^{36a}. In dieser Form erschien Bergmans Schrift dann 1783 in London. Erst im 19. Jahrhundert wird der Begriff angewandter Wissenschaft im Englischen geläufiger: Für 1806 ist der Terminus „pure and applied logic“ belegt; 1832 schließlich bezeichnete der englische Mathematiker Charles Babbage mit „the applied sciences“ die ökonomisch nutzbringend angewandten Naturwissenschaften.

Schon um die Mitte des 19. Jahrhunderts ist die Einteilung der Chemie in reine und angewandte Chemie dann aber in allen europäischen Sprachen so geläufig, daß sie nun regelmäßig auf Buch- und Zeitschriftentiteln erscheint, während der Begriff ‚praktische Chemie‘ fast vollständig aus dem Fachvokabular verschwindet und der der ‚theoretischen Chemie‘ – abweichend vom heutigen Sprachgebrauch – mit dem der reinen Chemie verschmilzt. Bis heute heißt die 1920 als Nachfolgeorganisation der *Association Internationale des Sociétés Chimiques* gegründete, für Normen, Nomenklatur und Fragen der internationalen Zusammenarbeit zuständige Dachorganisation der Chemie *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC).

Der utilitaristische Hintergrund

Der eindrucksvolle, Sprachgrenzen überschreitende Siegeszug läßt vermuten, daß die Idee gewissermaßen in der Luft gelegen hatte. In der Tat tauchen fast gleichzeitig mit Wallerius' *Bref* von 1751 ganz verwandte Gedanken in Lomonossows unvollendetem Entwurf eines Lehrkurses der physischen Chemie³⁷ sowie in der französischen *Encyclopédie* auf, wo Gabriel François Venel den vielfältigen Nutzen der Chemie und ihren Beitrag zur rationalen Naturerkenntnis pries³⁸, und wo Denis Diderot die sozial wertende Scheidung in freie und mechanische Künste anprangerte³⁹:

Diese Unterscheidung, obwohl gut begründet, hat eine schlechte Wirkung gehabt. Denn sie setzte das Ansehen sehr achtbarer und nützlicher Menschen herab und bestärkte uns in einer natürlichen Trägheit, die uns zu dem leider nur allzuweit verbreiteten Glauben verleitete, daß eine beständige, ununterbrochene Beschäftigung mit Experimenten und mit wahrnehmbaren, materiellen Einzelgegenständen eine Entwürdigung des menschlichen Geistes bedeute, und daß die Ausübung, ja sogar das Studium der mechanischen Künste erniedrigend sei, weil die Erforschung solcher Gegenstände mühsam, das Nachdenken über sie unedel, ihre Darlegung schwierig, der Umgang mit ihnen entehrend, ihre Zahl unerschöpflich und ihr Wert unbedeutend sei.

Die Neubewertung der Chemie und die damit verbundene Aufwertung ihres Anwendungsbereiches erweist sich vor diesem Hintergrund als Teil des großen historischen Prozesses, in dem das alte, kontemplative Wissenschaftsideal einem neuen, bürgerlichen

Wissenschaftsbegriff weichen mußte, der die Idee des Fortschritts und der aktiven Gestaltung der Welt in sich trug und den Gesichtspunkt der *utilité*, des gemeinen Nutzens, ganz vornan stellte. Die Formel ‚reine und angewandte Chemie‘, auf die Wallerius die Disziplin gebracht hatte, verknüpfte deren Selbstverständnis aufs engste mit dem philosophischen Rationalismus und Szientismus der Aufklärungsphilosophie sowie mit dem utilitaristischen Programm, das die Ideen der Aufklärung in gesellschaftliche Praxis umzusetzen suchte⁴⁰.

Das utilitaristische Argument bestimmte Selbstverständnis und öffentliches Ansehen der Chemie in zunehmendem Maße. Kaum eine Monographie, kaum eine chemische Zeitschrift, die sich dem Publikum nicht mit dem Hinweis auf die ausgedehnte Nützlichkeit ihres Inhaltes empfahl. Schulemachend in dieser Hinsicht waren Hermann Boerhaaves in ungezählten Nachschriften, Auflagen und Nachdrucken verbreiteten *Elementa Chemiae* (Leiden 1732), deren ausführliche Einleitung über den Nutzen der Chemie in Heilkunde und den mechanischen Künsten ganze 35 Seiten der Erstauflage füllte und noch Jahrzehnte später als vorbildlich galt. Bis hinein in den Aufbau der einzelnen chemischen Präparationsvorschriften, die durchweg in *apparatus* und *usus* unterteilt sind, ist bei Boerhaave der Aspekt nutzbringender Anwendung zum Prinzip der Darstellung erhoben worden. Es gibt wohl kaum ein überzeugenderes Beispiel dafür, wie stark in der Institutionalisierungsphase einer wissenschaftlichen Disziplin rhetorische Elemente Präsentation und Inhalt eines Faches prägen können. Selbst die Definitionen der Chemie aus dem 18. Jahrhundert bezogen regelmäßig den Gesichtspunkt des allgemeinen Nutzens in die Wesensbestimmung des Faches ein.

Wenn immer wieder versichert wurde, man tue alles, um die Chemie „gemeinnütziger“ und „anwendbarer“ zu machen, so waren dies nicht bloß leere Worte, die höheren Orts einem geneigten Ohr zu schmeicheln hofften. Bemerkenswert viele selbst von den bekanntesten und angesehensten Chemieprofessoren haben das utilitaristische Programm zu ihrem eigensten wissenschaftlichen Anliegen gemacht und sind mit Abhandlungen zur Material- und Warenkunde, zur Lebensmittelzubereitung und -konservierung, zur Licht- und Wärmetechnik, zur Färberei und Fleckentfernung hervorgetreten⁴¹. Nicht minder groß war die Zahl derer, die eigene Monats- oder Wochenschriften für die Verbreitung derartiger, aufs unmittelbar Nützliche gerichteter Kenntnisse herausgaben. Ein frühes Beispiel für den Versuch, Chemie, Land- und Hauswirtschaft in einer besonderen Fachzeitschrift zu vereinen, bietet das *Neue Journal für Naturgeschichte, Ökonomie und Chemie* (Marburg 1794). Herausgeber des nur in einem einzigen Heft erschienenen Blattes war der Marburger Botanikprofessor Conrad Moench, der auch dem Staatswirtschaftlichen Institut seiner Universität angehörte und 1795 Vorstand des auf seine Initiative hin errichteten Chemischen Laboratoriums wurde. Größeren Erfolg hatten Christian Ehrenfried Weigels *Magazin für Freunde der Naturlehre und Naturgeschichte, Scheidekunst, Land- und Staatswirtschaft, Volks- und Staatsarznei* (Berlin/Stralsund/Greifswald 1794–1797) und die von Jöns Jacob Berzelius und Georg Aldesparre im Auftrag der schwedischen Akademie in acht Bänden publizierte *Economiska Annaler* (Stockholm 1807–1808), zu denen Berzelius selbst wichtige chemische Aufsätze beisteuerte.

Die Wirkung dieser trotz verheißungsvoller Titel inhaltlich oft bescheidenen, gelegentlich sogar eher trivialen Buch- und Zeitschriftenproduktion dürfte beachtlich gewesen sein. In der Tradition zwischen der Hausväterliteratur und spezielleren chemisch-technischen Anleitungen stehend, haben diese Schriften, die mit ihrer Themenvielfalt

ein außerordentlich breites Publikum, vom Landesherrn bis zum Handwerker und Gutsbesitzer, erreichten, entscheidend zur Popularisierung der Chemie und zur Durchsetzung ihres rational-utilitaristischen Bildes in der Öffentlichkeit beigetragen. Der eher geringschätzigen Bewertung, die diese Art von Gebrauchsliteratur bisher in der einseitig auf Theorieentwicklung und Erkenntnisfortschritt fixierten Chemiegeschichtsschreibung erfahren hat, wird man sich deshalb nicht anschließen dürfen, will man Ansehen und Erfolg der Disziplin aus dem Kontext ihrer Zeit verstehen.

Chemie und Kameralwissenschaften

In der für die Chemie des 18. Jahrhunderts typischen Hinwendung zu Fragen der Haus- und Staatswirtschaft und in der programmatischen Hervorkehrung ihres volkswirtschaftlichen Nutzens wirkten sich die zumal in der deutschen und skandinavischen Tradition so ausgeprägten Verbindungen des Faches zu Merkantilismus und Kameralwissenschaften aus. Schon der geistige Ahnherr der Phlogistontheorie, Johann Joachim Becher, war Chemiker und Kameralist in einer Person gewesen⁴². Als kurmainzischer und bayrischer Leibmedicus hatte er seine ersten chemischen, durchaus noch an der Grenze zur Alchimie angesiedelten Schriften publiziert, die ihm dann 1665 einen Ruf an den kaiserlichen Hof nach Wien einbrachten. Dort hat Becher 1676 mit Unterstützung Leopolds I. sein berühmtes *Kunst- und Werkhaus* auf dem Tabor errichtet. Als ein „Seminario für Manufacturen und Künste“, eine technische Lehr- und Forschungsstätte durchaus modernen Zuschnitts konzipiert, besaß es auch ein chemisches Laboratorium, Apotheke, Glas- und Schmelzhütte. Gewerbeförderung und technologischen Fortschritt sah Becher als Aufgabe staatlicher Lenkung. Nach dem Urteil seines Biographen⁴³ war

sein Forschen und Darstellen nie ohne politische Zielsetzung. Alchimie, Technik, Sprachpädagogik werden nicht durchforscht und weitergetrieben ohne den Gedanken an Deutschlands Wohlfahrt.

Gerieten die naturwissenschaftlich-chemischen Arbeiten Bechers auch bald in Vergessenheit, so behielten seine kameralwissenschaftlichen Schriften doch bis in die Mitte des 18. Jahrhunderts Geltung. Es nimmt daher nicht wunder, daß gerade die deutsche Chemie, die sich auf Becher berief, an der engen Beziehung von Chemie und Ökonomie festhielt. Georg Ernst Stahl, der große Theoretiker, der Bechers Lehre von der *terra pinguis* um 1700 zur Phlogistonhypothese ausgebaut und damit ein einheitliches Erklärungsschema für alle Oxidations- und Verbrennungserscheinungen angegeben hatte, war neben seinen Beiträgen zur chemischen Theorie auch mit wichtigen Darstellungen der chemischen Metallurgie und Docimasie, der Färberei und Salpetergewinnung hervorgetreten. Stahls technisch-chemisches Hauptwerk, die *Zymotechnia fundamentalis* (Halle 1697), in dem es um die Bier-, Wein- und Essigherstellung ging und der Grund für eine Chemie der Gärungsprozesse gelegt wurde, war noch 1734, in Stahls Todesjahr, ins Deutsche übertragen und vom Übersetzer in der Vorrede als eine Anleitung empfohlen worden, nach der ein kluger Staatsmann durch Verbesserung der heimischen Produktion Importe in Millionenhöhe einsparen könne⁴⁴. In der Folge suchte man gerade von Seiten der Stahlianer in zunehmendem Maße, die Chemie in das ökonomisch-kameralistische Programm des modernen Staates einzugliedern und ihre Entwicklung als Hochschulfach mit dem Aufschwung des wirtschaftlichen Denkens und der Kameralwissenschaften zu verbinden – zweifellos eine fundierte und wohlüberlegte Institutionali-

sierungsstrategie „im heutigen oeconomischen Saeculo“ wie der Mainzer Jurist Johann Baptist von Horix seine Zeit in einem Gutachten zur Universitätsreform genannt hat⁴⁵.

Auf der anderen Seite besaßen auch die Kameralisten ein genuines Interesse an einer Verbindung ihres Faches mit den Naturwissenschaften. Julius Bernhard von Rohr, einer der Wegbereiter der wissenschaftlichen Ökonomie und Verfasser zahlreicher haus- und staatswirtschaftlicher Schriften, der in Leipzig neben der Jurisprudenz auch Physik und Chemie studiert hatte, schrieb 1724 in der Vorrede der von ihm herausgegebenen *Compendieuses Physicalischen Bibliothek* (Leipzig 1724):

Wenn die Land-Haußwirthe werden anfangen, die Natur-Wissenschaft zu studieren oder die Herren Physici sich auf die Oeconomie legen, so werden so wohl das Studium Physicum als Oeconomicum so einander die Hand biethen, manche Lehrsätze einander ablernen, und beide einander verbessern. Die Natur-Wissenschaft lernt von der Haußwirthschaft aus der Erfahrung manche Eigenschaften, Künste und Würckungen [...] und die Haußwirthschafts-Kunst hingegen lernet von der Natur-Wissenschaft manchen Grund von diesem oder jenem, was sie aus der Erfahrung wahrnimmt, und wird je mehr und mehr fähiger, einige Lehrsätze der Physic auf die Oeconomie zu apliziren. Also wird die Natur-Wissenschaft erweitert, zugleich brauchbarer den Welt- und Staats-Leuten, und den Ungelehrten, die bey den Wissenschaften immer den Nutzen gleich bey den Händen greiffen wollen, beliebter, und die Haußwirthschafts-Kunst gelehrter, an neuen Erfindungen reicher und ebenfalls nützlicher.

Von den Naturwissenschaften hat die Chemie von der Anbindung an die Kameralistik ohne Zweifel am meisten profitiert, konnte sie doch die handgreiflichsten Beweise ihres Nutzens zum wirtschaftlichen Besten des Staates vorweisen. Unter allen Wissenschaften hat Jöns Jacob Berzelius die Chemie deshalb 1808 „die für das Leben anwendbarste“ Wissenschaft genannt⁴⁶. Bei der Verarbeitung der Landesprodukte und der Erschließung neuer Rohstoffe verhieß sie volkswirtschaftlich bedeutende Beiträge zur Steigerung von Beschäftigungszahl und Produktivität, zur Minderung der Importabhängigkeit und zur Erhöhung der Staatseinkünfte. In seiner Greifswalder Antrittsrede *Vom Nutzen der Chemie insbesondere in Absicht auf Pommern betrachtet* verband Christian Ehrenfried Weigel 1774 eben diese, unmittelbar dem kameralistischen Wirtschaftsdenken entsprechenden Aspekte der Chemie mit der Bitte, dem Fach auf der Landesuniversität die ihm gebührende Förderung zuteil werden zu lassen⁴⁷:

Wenn nun die Macht, der Reichthum und der Wolstand eines Staats nach der Menge der begüterten Einwohner desselben geschätzt werden darf, wenn sich selbige auf die häufigere Erzielung, bessere Verarbeitung und einen stärkern Absatz der Landesproducte, auf die daraus erwachsende einträgliche Beschäftigung mehrerer Einwohner, auf einen stärkern Umlauf des Geldes, auf die Verbreitung und Aufnahme des Handels, auf das Uebergewicht der ausgehenden Waaren gegen die einkommenden gründen, die Chemie aber, wie ich es nun kurz erwiesen habe, zur Erreichung dieser Vortheile in mancher Absicht sehr wol angewandt werden kann, ja nothwendig erfordert wird, so muß ein jeder Patriotischer Bürger wünschen, daß sie hier mehr geachtet, mehr getrieben, mehr zur Veredlung unsrer Landesproducte angewandt werden möge. Wie nöthig ist es, um dieses zu erhalten, um den vortheilhaften Einfluß der Chemie auf so viele zuvor erwähnte Künste und Wissenschaften thätig zu befördern, daß hier sowol in der reinen als in der angewandten Chemie ein gründlicher theoretischer und practischer Unterricht ertheilet werde, damit ein jeder die Grundsätze schöpfen und in der Art zu verfahren unterrichtet werden könne, die er hernach in einzelnen Fächern weiter ausüben und zum vortheilhaften Betriebe seines Erwerbes, seiner Wissenschaft anwenden kann.

Bergbau und Hüttenwesen als vitale Interessenbereiche der landesherrlichen Schatz- und Rentkammern machten die enge Verbindung von staatlichen Wirtschaftsinteressen, handwerklicher Produktion und chemischer Wissenschaft zur politischen Aufgabe. Der rege personelle und technologische Austausch zwischen den europäischen Montangebieten sorgte für internationale Verbreitung neuer Ideen. Gerade die führenden Persönlichkeiten der Berg- und Hüttenadministration verbanden wirtschaftliches Denken mit Innovationsbereitschaft und Weltläufigkeit. Ein herausragendes Beispiel aus

der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts bietet Friedrich Anton von Heynitz dar⁴⁸. Dieser hatte bei Johann Friedrich Henckel in Freiburg Chemie, bei Georg Heinrich Zincke in Braunschweig Kameralistik studiert und bei Johann Andreas Cramer, dem führenden Metallurgen seiner Zeit, in Blankenburg das Hüttenwesen erlernt. Reisen nach Schweden mit seiner hochentwickelten Eisen- und Stahltechnologie, zu den Kupferbergwerken von Falun und in die Bergbaugebiete Niederungarns erweiterten seine Fachkompetenz. Nach dem Siebenjährigen Krieg trat Heynitz aus der Administration des Harzbergbaus in sächsische Dienste über. Dort wurde er zum Mitbegründer der Bergakademie Freiberg, einer gerade auch für die Geschichte der Chemie höchst bedeutenden Lehr- und Forschungsstätte. Nach zwei Jahren in Paris, wo er mit der Reorganisation des spanischen Bergbaus betraut war, wurde Heynitz schließlich preußischer Staatsminister im Berg- und Hüttendepartement, Minister im Kriegsdepartement sowie Oberaufseher der königlichen Münze und Porzellanmanufaktur zu Berlin.

Auch andere Staatsmonopole boten ähnliche Bedingungen für die enge Verbindung von Wirtschaft, Produktion und chemischer Wissenschaft. Die 1775 in Frankreich gegründete *Régie des Poudres et Salpêtres*, zu deren führenden Köpfen Lavoisier, Chaptal und Gay-Lussac zählten, gehört ebenso hierher wie Münze und Porzellanmanufaktur. Die Glasfabriken von Saint-Gobain und die königliche Manufaktur von Sèvres besaßen im 18. Jahrhundert die führenden chemischen Forschungslaboratorien außerhalb der Hauptstadt, in denen mit staatlicher Unterstützung nicht nur anwendungsbezogene Untersuchungen ausgeführt, sondern auch wichtige Beiträge zur reinen Forschung geleistet wurden⁴⁹.

Die große Zahl patriotischer und gemeinnütziger Gesellschaften, wie auch die der naturwissenschaftlichen und ökonomischen Sozietäten im engeren Sinne trugen das ihre dazu bei, chemische Kenntnisse zu verbreiten, zwischen Wissenschaft und Praxis zu vermitteln und den Ruf des Faches zu mehren. Über die nach britischem Vorbild seit 1763 auch auf dem Kontinent entstandenen landwirtschaftlich-ökonomischen Gesellschaften erreichte er nun selbst rein agrarische Regionen⁵⁰.

Die Institutionalisierungsgeschichte der Kameralwissenschaften, die 1727 in Preußen ihre beiden ersten, noch überwiegend agrarwissenschaftlich verstandenen Professuren erhielten, weist viele Gemeinsamkeiten mit der der Chemie auf⁵¹. Beide Fächer hatten gegen ähnliche Widerstände und Vorurteile von Seiten der etablierten akademischen Disziplinen anzukämpfen⁵². Bemerkenswerterweise haben die Theoretiker und Reformer der Kameralistik im 18. Jahrhundert chemisch-naturwissenschaftliche Kenntnisse durchweg zu den unverzichtbaren Grundlagen des Kameralfaches gezählt oder gar die Einrichtung eigener chemischer Lehrstellen für die Ausbildung von Finanz- und Verwaltungsbeamten gefordert. Bei der Neuorganisation der preußischen Zentralverwaltung nach 1770, die dann für andere Staaten zum Vorbild wurde, hat man diesem Anliegen dadurch Rechnung getragen, daß die fachwissenschaftliche Qualifikation der Anwärter für den höheren Verwaltungsdienst entsprechend höher bewertet wurde⁵³. Damit eröffnete nun auch ein naturwissenschaftliches oder chemisches Universitätsstudium den Zugang zu einer administrativen oder politischen Karriere. Georg Heinrich Zincke, eine der führenden Kameralisten seiner Zeit, der sich insbesondere auch um die Wiederaufwertung Johann Joachim Bechers verdient gemacht hat, fand im Braunschweiger *Carolinum*, das eine Art Vorbereitungsstufe zur Universität für zukünftige Staatsbeamte darstellte, einen Hochschultyp vor, wo Polizei- und Finanzwesen, metallurgische Chemie (nicht zuletzt mit Blick auf den Harzbergbau) und Naturwissen-

schaft, Baukunst und Staatsrecht gelehrt wurden. Im benachbarten Göttingen, der damaligen Hochburg der Kameralwissenschaften in Deutschland, hielt seit 1755 Johann Heinrich Gottlob von Justi, ihr bedeutendster Systematiker, neben ökonomischen und polizeiwissenschaftlichen auch chemische und mineralogische Vorlesungen. Zugleich bekleidete er die Ämter eines Bergrats und Göttinger Oberpolizeikommissars. In seiner 1755 erschienenen *Staatswirthschaft* forderte Justi die Schaffung einer eigenen Ökonomischen Fakultät, in der Chemie und Mechanik, Naturkunde und Politik praxisnah und effektiv gelehrt werden sollten⁵⁴:

Der Professor der Chymie müßte solchergestalt gewählt werden, daß er zugleich im Stande wäre, die Probier- und Schmelzkunst vorzutragen, und sich nicht allein mit den Lehren von der Zubereitung der Arzneyen beschäftigen, die jeder Apothekerjunge ohne Mühe erlernt. Eben so müßte der Lehrer der Mechanik zugleich im Stande seyn, das Maschinenwesen bey den Bergwerken und den Bergbau selbst vorzutragen; und der Professor der Naturkunde müßte eine zureichende Kenntniß von dem Wesen der Ertze und der Fossilien überhaupt an die Hand geben können.

Es war deshalb gewiß kein Zufall, daß gerade in Göttingen Christian Wilhelm Büttner 1758 den ersten deutschen Lehrstuhl für Allgemeine Naturgeschichte und Chemie in der Philosophischen Fakultät erhielt, daß hier Johann Christian Polykarp Erxleben, der aus der Tierheilkunde herkam und 1771 eine Professur für Physik und Naturkunde antrat, eine von Medizin und Pharmazie unabhängige Tradition des Chemieunterrichts an Universitäten begründen wollte, und daß Johann Beckmann als Professor für Ökonomische Wissenschaften das Hochschulfach der Technologie schuf, die sich als Lehre von der Gewinnung und Verarbeitung der natürlichen Rohstoffe und als Handwerkswissenschaft von den dazu notwendigen Verfahren verstand.

In Schweden hatte die von Justi geforderte Anbindung der Chemie an die Kameralistik bereits Tradition, und es bliebe zu untersuchen, in wie weit hier schwedische Vorbilder tatsächlich auf die deutsche Entwicklung eingewirkt haben. Denn schon 1638 war am Stockholmer *Bergsamtet*, dem späteren *Bergskollegium* eine staatliche Probierkammer eingerichtet worden, die unter der Leitung so bedeutender Chemiker wie Urban Hiärnes, Georg Brandts und Gustav von Engeströms die schwedischen Berg- und Hüttenwerke kontrollierte, Bergbeamte ausbildete und dem Münzwardein der königlichen Münze zur Verfügung stand⁵⁵. Nach diesem Vorbild hatten die Universitäten Uppsala (1750), Lund (1758) und Åbo (1761) ihre neuerrichteten Chemieprofessuren nicht, wie es in anderen Ländern üblich war, der Medizin, sondern der Ökonomie angegliedert⁵⁶. Aber auch in Deutschland wurden nun Chemielehrstühle innerhalb der neu geschaffenen Kameral fakultäten (Lautern/Heidelberg 1774, Gießen 1777, Mainz 1785) oder an fakultätsübergreifenden Staatswirtschaftlichen Instituten (Rinteln und Marburg 1789) eingerichtet. Daß dies gewiß nicht immer konfliktfrei und ohne Widerstände aus den Reihen der Mediziner vonstatten ging, ist bei der Auseinandersetzung um Wallerius' Lehrstuhl in Uppsala bereits deutlich geworden.

Die Chemie als Hochschulfach hatte damit jedoch von ihrem Ausgangspunkt als medizinische Hilfswissenschaft aus ein neues und zweifellos fruchtbares Terrain hinzugewonnen, auf dem sie sich weder gegen die übermächtige Tradition der Medizinischen Fakultät noch gegen den Vorwurf des bloß Handwerklichen und Unwissenschaftlichen zu behaupten hatte, sondern sich ihrem Kenntnisstand und ihrer Natur gemäß als ‚angewandte Wissenschaft‘ entfalten durfte. Die Tradition dieser kameralwissenschaftlich ausgerichteten Chemie reicht bis ins beginnende 19. Jahrhundert: bis zu Sigismund Friedrich Hermbstädts 1808 in Berlin erschienenen *Grundsätzen der experimentellen*

Kammeral-Chemie für Kammeralisten, Agronomen, Forstbediente und Technologen und zu Karl Wilhelm Gottlob Kastner, dem zu Unrecht gescholtenen Lehrer Liebig's. In Österreich-Ungarn gibt Philipp von Holgers *Staatswirthschafts-Chemie* (Wien 1844), die unter volkwirtschaftlich-fiskalischen Gesichtspunkten Bier und Brauerei, Brot und Stärke, Seife, Essig, Branntwein, Glas und Tonwaren, Papier und Leder, Textilien, Zucker, Tabak und die Metallurgie behandelte, Zeugnis für eine noch länger anhaltende Wirkung.

Der Höhepunkt der gemeinsamen Geschichte von Kameralistik und Chemie war zu diesem Zeitpunkt aber bereits überschritten. Die Chemie hatte die institutionellen Hürden genommen und auf breiter Front an den Universitäten Fuß gefaßt. Sie bedurfte, selbstbewußt genug geworden, fremder Hilfestellung nun nicht länger. Zudem begannen die Chemiker, sich unter dem Einfluß der romantischen Naturphilosophie und der neuhumanistischen Universitätsreform Humboldtscher Prägung zunehmend von ihrer utilitaristischen Tradition zu lösen und die Aspekte ‚reiner‘ Wissenschaft höher zu bewerten als die des unmittelbaren Nutzens. Angewandte und technische Chemie, kaum erst zum Universitätsfach erhoben, mußten, von wenigen Ausnahmen wie dem Leipziger Lehrstuhl Otto Linné Erdmanns abgesehen, das akademische Feld wieder räumen⁵⁷. Justus Liebig, der erfolgreichste Propagator des neuen, forschungsorientierten Ausbildungskonzeptes, hat nicht geringen Anteil an diesem neuerlichen Orientierungswandel, und seine heftigen, in der Sache nicht gerechtfertigten Ausfälle gegen seinen Lehrer Kastner und gegen Paul Traugott Meißner, den Chemieprofessor am Wiener Polytechnischen Institut, waren Bestandteil jener Kampagne gegen das unmittelbar Nützliche. Die Kameralistik andererseits machte unter dem Einfluß der Nationalökonomie von Adam Smith einen noch tieferen Strukturwandel durch, in dessen Folge das Fach in seine einzelnen Teile zerbrach und im ersten Drittel des 19. Jahrhunderts zu existieren aufhörte⁵⁸. Diese Entwicklungen in Chemie und Ökonomie, die das Verhältnis beider Bereiche im 19. Jahrhundert prägen sollten, können hier jedoch nicht weiter verfolgt werden.

Entstehung einer neuen Wissenschaft?

Die Verbindung von Chemie und Kameralwissenschaften im 18. Jahrhundert läßt sich in ihren wechselseitigen Rückwirkungen auf beide Fächer nur mit derjenigen Verbindung vergleichen, die Chemie und Medizin ein Jahrhundert zuvor eingegangen waren, und der die chemische Wissenschaft im Gefolge des Paracelsismus als Iatrochemie oder Chemiatrie ihre erste Aufnahme in die Medizinischen Fakultäten verdankte. So gut untersucht und bekannt diese frühere Phase ist, so wenig hat die Chemiegeschichte bislang die spätere Verbindung von Chemie und Ökonomie in ihrer zentralen Bedeutung für die Institutionalisierung einer autonomen chemischen Wissenschaft erkannt. Denn dabei ging es ja nicht bloß um eine erfolgreiche Institutionalisierungsstrategie, sondern um eine tiefgreifende Neuorientierung der Chemie als ganzer, die sich auf Gegenstand, Methode, Ziel und soziale Legitimation gleichermaßen erstreckte. Innerhalb des neuen, von Wallerius auf die Formel ‚reine und angewandte Chemie‘ gebrachten Orientierungsrahmens ließ sich chemische Praxis nun nicht länger als niedere Tätigkeit begreifen, die dem philosophischen Geiste fremd war, sondern sie galt nun als Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnis, die unmittelbar in den allgemeinen Nutzen mündete und darin ihre höchste Bestimmung fand.

So konnte die aus dem Fach erwachsende *utilitas* nun geradezu als Maß seiner akademischen *nobilitas* gelten, wie dies Boerhaaves Nachfolger in Leiden, Hieronymus David Gaubius, bereits 1731 in seiner *Oratio inauguralis qua ostenditur Chemiam artibus academicis jure esse inserendam* gefordert hatte⁵⁹.

Es versteht sich fast von selbst, daß einer solchen Haltung die rein spekulative *curiositas* suspekt bleiben mußte. Eine Chemie, die aufs Nützliche und Anwendbare aus war, mußte mit der am Kuriosen und Merkwürdigen interessierten Amateurtradition brechen. Damit wurde der Weg zur chemischen Profession frei. Pierre Joseph Macquer, der vor seiner Berufung auf den Chemielehrstuhl am Pariser *Jardin du Roi* Inspekteur der französischen Färbereien, Reorganisator der Porzellanmanufaktur von Sèvres, Berater des *Bureau de Commerce* und Mitbegründer einer Ammoniakfabrik gewesen war, und der in Frankreich zu Recht als bedeutendster Lehrbuchautor und Systematiker der Chemie vor Lavoisier gilt, bemerkte zur Einschätzung der angewandten Chemie⁶⁰:

Wir müssen zugeben, daß die Vervollkommnung der Handwerke, die Entdeckung neuer Manufakturzeugnisse und Handelswaren zweifellos das allerschönste und allerinteressanteste in der Chemie sind und diese erst eigentlich schätzenswert machen. Was wäre die Chemie denn sonst anderes als eine rein theoretische Wissenschaft, imstande, bloß ein paar abstrakte und spekulative Geister zu beschäftigen, für die Gesellschaft jedoch überflüssig und unnütz.

Es besteht kein Zweifel, daß dieser Orientierungswandel innerhalb des Faches die Bedingungen für die Möglichkeit seiner autonomen Entwicklung als wissenschaftliche Disziplin schuf. Ältere chemiehistorische Darstellungen neigten deshalb gelegentlich zu der Ansicht, die Chemie sei erst im Verlaufe des 18. Jahrhunderts, wenn nicht gar erst durch die Lavoisiersche Revolution zu einer Wissenschaft geworden. In der Tat haben sich die chemischen Kenntnisse in dieser Zeit in einem bis dahin unbekannten Ausmaß vermehrt, lieferten die experimentellen Methoden immer präzisere Resultate und erlaubten definitive Falsifikationen früherer Befunde, erweiterte schließlich die chemische Theorie ihren Aussagebereich und konnte zuvor disparate Beobachtungen und Hypothesen auf einheitliche Erklärungsgründe zurückführen. Gleichwohl wird man von der Entstehung einer neuen Wissenschaft nicht sprechen dürfen. Das Fach erlebte im Jahrhundert der Aufklärung – um eine ältere Terminologie zu verwenden – keine *creatio ex nihilo*, sondern eine *transmutatio*, einen konzeptionellen Wandel, der Selbstverständnis, soziale Rolle, institutionelle Zuordnung, Gegenstand und Methode sowie Aufgabe und Geltungsbereich in gleicher Weise betraf. Gerade die Tatsache, daß die Chemie einen neuen Ort im sozialen Gefüge und im System der Wissenschaften bezog und sich damit ihr Interesse zunehmend auf solche Gebiete richtete, denen ihr Wissensstand und ihr experimentelles Können besser gewachsen waren, erklärt die Überzeugungskraft und den Erfolg des neuen Programmes. Aufgaben aus dem ökonomischen Bereich, wie sie sich dem Chemiker in der Metallurgie, der Glas- und Keramikmanufaktur, der Textilfärberei und der Mineralogie stellten, waren mit den Mitteln des 18. Jahrhunderts ja ungleich einfacher und wirkungsvoller zu lösen als die so sehr viel komplexeren Fragen der medizinisch-pharmazeutischen Tradition, wie sie bis dahin die korpuskularchemische Physiologie Boerhaaves, die Analytik und Wirkungsweise der Pflanzeninhaltsstoffe oder gar das chemisch-kosmologische Programm des Paracelsismus aufgeworfen hatten. Indem sich chemische Theorie nunmehr unmittelbar in der Praxis bewähren konnte und bewähren durfte, weil diese Praxis nun auch sozial legitimiert war, konnte sie Erfolge wissenschaftlicher wie ökonomischer Art vorweisen, die ihrerseits die Anerkennung und den Aufstieg der Disziplin ermöglichten. Der konzep-

tionelle Wandel der Chemie im 18. Jahrhundert, dessen beide Pole wissenschaftliche Rationalität und gesellschaftliche Utilität in der Formel von reiner und angewandter Chemie begriffen sind, hat keine neue Wissenschaft entstehen lassen; wohl aber ließ er eine alte Wissenschaft neu entstehen.

- 1 Zu diesem Ansatz vgl. Peter Weingart: Wissenschaftlicher Wandel als Institutionalierungsstrategie, in: derselbe (Hrsg.): Wissenschaftssoziologie, II. Determinanten wissenschaftlicher Entwicklung. Frankfurt 1974, S. 11–35.
- 2 Näher ausgeführt in Christoph Meinel: Theory or Practice? The Eighteenth-Century Debate on the Scientific Status of Chemistry. *Ambix* 30 (1983), 121–132.
- 3 Siehe Heinrich Schipperges (a): Die arabische Medizin als Praxis und als Theorie. *Sudhoffs Archiv* 43 (1959), 317–328; derselbe (b): Zum Topos von „ratio et experimentum“ in der älteren Wissenschaftsgeschichte, in: Gundolf Keil (Hrsg.): Fachprosa-Studien. Beiträge zur mittelalterlichen Wissenschafts- und Geistesgeschichte. Berlin 1982, S. 25–36.
- 4 Joannes Beguinus: Tyrocinium Chymicum, commentario illustratum a Gerardo Blasio. 2. Auflage, Amsterdam 1669, S. 2.
- 5 Vgl. dazu Nicholas Lobkowitz: Theory and Practice. History of a Concept from Aristotle to Marx. Notre Dame/London 1967; ferner unter begriffsgeschichtlichem Aspekt Lutz Geldsetzer: „Science“ im französischen Sprach- und Denkraum, in: Alwin Diemer (Hrsg.): Der Wissenschaftsbegriff. Historische und systematische Untersuchungen. (Studien zur Wissenschaftstheorie, Bd. 4) Meisenheim 1970, S. 76–89.
- 6 Siehe Marie Boas: Robert Boyle and Seventeenth-Century Chemistry. Cambridge 1958, bes. S. 205–208; Elisabeth Ströker: Theoriewandel in der Wissenschaftsgeschichte. Chemie im 18. Jahrhundert. Frankfurt 1982, S. 33–42.
- 7 Vgl. Jost Weyer: Chemiegeschichtsschreibung von Wiegand (1790) bis Partington (1970). (arbor scientiarum, Reihe A, Bd. 3) Hildesheim 1974, während die marxistisch ausgerichtete Historiographie an der systematischen Trennung von Theorie und Praxis festhalten möchte, so Wilhelm Strube: Die Chemie und ihre Geschichte. (Forschungen zur Wirtschaftsgeschichte, Bd. 5) Berlin 1974.
- 8 Zu zeitgenössischen Parallelen vgl. Richard Toellner: Medicina Theoretica – Medicina Practica. Das Problem des Verhältnisses von Theorie und Praxis in der Medizin des 17. und 18. Jahrhunderts, in: Theoria cum Praxi. Zum Verhältnis von Theorie und Praxis im 17. und 18. Jahrhundert. Akten des III. Internationalen Leibnizkongresses, Hannover 1977, Bd. 4: Naturwissenschaft, Technik, Medizin, Mathematik. (Studia Leibnitiana Supplementa, Bd. 22) Wiesbaden 1982, S. 69–73.
- 9 Michael Lomonossow: Elementa chimiae mathematicae [deutsch], in: Michail Wassiljewitsch Lomonossow: Ausgewählte Schriften. Bd. 1: Naturwissenschaften. Berlin 1961, S. 70.
- 10 [Pierre Joseph] Macquer: Dictionnaire de chymie, contenant la théorie et la pratique de cette science. 2. Auflage, Bd. 1, Paris 1778, S. XXXV–XXXVI.
- 11 So argumentierte [Pierre Joseph] Macquer: Elemens des chymie pratique, contenant la description des opérations fondamentales de la chymie. Bd. 1, Paris 1751, Avant-propos.
- 12 Daniel Sennert: De Chymicorum cum Aristotelicis et Galenicis consensu ac dissensu [1619], in: derselbe: Opera. Bd. 1, Lyon 1656, S. 181–182.
- 13 Immanuel Kant: Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft [1786], in: derselbe: Werke, hrsg. von Wilhelm Weischedel. Bd. 8, Darmstadt 1975, S. 15.
- 14 Vgl. Christoph Meinel: De praestantia et utilitate Chemiae. Selbstdarstellung einer jungen Disziplin im Spiegel ihres programmatischen Schrifttums. *Sudhoffs Archiv* 65 (1981), S. 366–389.
- 15 Hermann Boerhaave: Sermo academicus de chemia suos errores expurgante. Leiden 1718, S. 2; lateinisch in Chr. Meinel (wie Anm. 14), S. 372.
- 16 Johann Georg Menn: Rede von der Nothwendigkeit der Chemie. Köln 1777, o. S.
- 17 Félix Vicq D'Azyr: Eloge de Macquer. *Eloges lus dans les séances publiques de la Société Royale de Médecine* 5 (1785), S. 45.
- 18 Johann Daniel Denso (siehe Anm. 21) nennt als Datum den 4. Dezember 1750. Ihr Text ist nicht erhalten, lehnte sich aber vermutlich an die Wallerius vertrauten Antrittsreden Boerhaaves (1718, wie Anm. 15) und seines Nachfolgers Hieronymus David Gaubius an, dessen *Oratio inauguralis, qua ostenditur Chemiam artibus academicis jure esse inserendam* (Leiden 1731) das gleiche Thema behandelt hatte.

- 19 Nils Zenzén: Johan Gottschalk Wallerius' Självbiografi. *Lychnos* 1953, S. 235–259, hier bes. S. 250–251.
- 20 Johan Gottschalk Wallerius: Bref om Chemiens rätta Beskaffenhet, Nytt och Wårde, til N. N. öfversändt och af honom til trycket befördadt. Stockholm/Uppsala 1751. Eine zweite Auflage erschien 1767. Die auf Schwedisch geschriebene und nicht sehr verbreitete Schrift wurde die unmittelbare Vorlage für Torbern Bergmans auch ins Deutsche übersetzte *Anleitung zu Vorlesungen über die Beschaffenheit und den Nutzen der Chemie und die allgemeinsten Verschiedenheiten natürlicher Körper* (Stockholm/Leipzig 1770, 21779), die unter dem Titel *An essay on the usefulness of chemistry and its application to the various occasions of life* (London 1783) ins Englische übertragen wurde; vgl. Anm. 36a.
- 21 Wallerius (1751, wie Anm. 20), S. 3–4. Sein regelmäßiger, oft aber nicht sehr verlässlicher Übersetzer Johann Daniel Denso publizierte im folgenden Januar eine deutsche Fassung unter dem Titel: Von der Chemie. *Monatliche Beiträge zur Naturkunde*, hrsg. von Joan Daniel Denso, Berlin 1 (1752), 61–95; 2 (1752), 161–176. Dort heißt die entsprechende Stelle (S. 63): „Um eine gründliche Känntnis von der Chemie zu erlangen, halt ich es vor das bequemste, dieselbe in die abgesonderte (*chemia pura*) und ausübende (*chemia applicata*) einzuteilen. [...] Die abgesonderte Chemie ist eine Wissenschaft von der Vermischung und dem Grundstoffe (*principiis*) der Körper [!]. Die ausübende Chemie ist eine Kunst, welche zeigt, wie man, durch Vermischung oder Teilung der Körper, verschiedene, bei vielerlei Zufällen im gemeinen Leben nützliche, Stoffe, zubereiten könne.“
- 22 Laurentius Hiortzberg [resp.]: *Dissertatio chemica de nexu chemiae cum utilitate reipublicae*. Praes. Johan Gottschalk Wallerius. Stockholm 1751.
- 23 Johan Gottschalk Wallerius: *Chemia physica, förestellande chemiens natur och beskaffenhet*. Bd. 1–5, Stockholm 1759–1768. Nur der erste Teil erschien als *Chemia physica* (Stockholm 1760) auch auf Lateinisch.
- 24 Die Hinweise auf die Geschichte der Unterscheidung von reiner und angewandter Mathematik verdanke ich Herrn Drs. Henry Martyn Mulder, Vrije Universiteit Amsterdam, der seine Untersuchungen zu dieser Frage an anderer Stelle publizieren wird.
- 25 Die übertragene Bedeutung von „angewandt“ und „anwenden“ scheint sich im Deutschen überhaupt erst im 17. Jahrhundert entwickelt zu haben; vgl. Keith Spalding: *An historical dictionary of German figurative usage*. Bd. 1, Oxford 1952–1959. Einen frühen Beleg für „angebrachte Mathematick“ bietet Christian Wolff (Hrsg.): *Mathematisches Lexicon*. Leipzig 1717, Sp. 866–869. In der Physik läßt sich zu Beginn des 19. Jahrhunderts beobachten, wie die zuvor übliche Einteilung in *Physica generalis et specialis* von derjenigen in „reine und angewandte Physik“ abgelöst wird, wobei letztere jedoch, noch ganz im Sinne der *Mathematica mixta*, die Anwendung physikalischer Gesetze auf reale Naturdinge bezeichnet; vgl. dazu Fritz Krafft: *Der Weg von den Physikern zur Physik an den deutschen Universitäten. Berichte zur Wissenschaftsgeschichte* 1 (1978), 123–163 und hier vor allem S. 154.
- 26 Johan Gottschalk Wallerius: *Physische Chemie, welche von der Natur und Beschaffenheit der Chemie handelt*. Übersetzt von Christoph Andreas Mangold. Schleusingen 1772 [wohl 1762]. In der auf den 11. April 1761 datierten Vorrede des Übersetzers ist das Werk für die Herbstmesse angekündigt, und auch die 1780 herausgekommene Neubearbeitung Weigels nennt 1761 als Erscheinungsjahr. Es finden sich keine Anhaltspunkte dafür, daß der Druck der Übersetzung erst nach dem Tode Mangolds (1767) abgeschlossen wurde. Beim Datum „1772“ des Schleusinger Druckes handelt es sich daher vermutlich um einen Fehler.
- 27 Johann Gottschalk Wallerius (a): *Der physischen Chemie zweyter Theil, erste und zwote Abtheilung* [mehr nicht erschienen]. Aus dem Schwedischen übersetzt von Christian Ehrenfried Weigel. Leipzig 1776. Derselbe (b): *Der physischen Chemie erster Theil, welcher von der Natur und Beschaffenheit der Chemie handelt*. Übersetzt von Christoph Andreas Mangold. 2. Auflage durchgesehen und mit Anmerkungen von Christian Ehrenfried Weigel, Leipzig 1780.
- 28 Vgl. neuerdings Christoph Friedrich/Herbert Langer: Christian Ehrenfried von Weigel. Ein bedeutender Naturwissenschaftler an der Universität Greifswald. *Greifswald-Stralsunder Jahrbuch* 13/14 (1982), 102–115; Ch. Friedrich /H. Langer/H.-J. Seidlin: Christian Ehrenfried von Weigel – Seine Bedeutung für die Entwicklung der pharmazeutischen Wissenschaft. *Pharmazie* 37 (1982), 290–293, 446–450, 514–517. Siehe auch Ivar Seth: *Die Universität Greifswald und ihre Stellung in der schwedischen Kulturpolitik, 1637–1815*. Berlin 1956; zu Weigel siehe hier S. 315.
- 29 Christian Ehrenfried Weigel: *Grundriß der reinen und angewandten Chemie*. Bd. 1–2, Greifswald 1777. Die weniger überzeugende *Systematische Anleitung zur reinen und überhaupt applicirten oder allgemeinen Chymie* (Leipzig 1756) des Leipziger Chemieprofessors Anton Rüdiger muß in diesem Zusammenhang außer Betracht bleiben, da der Verfasser die von ihm möglicherweise unabhängig von Wallerius geprägten Bezeichnungen „reine“ und „überhaupt applicirte“ Chemie in anderer Weise verwandte.

- 30 Siehe Karl Hufbauer: *The Formation of the German Chemical Community (1720–1795)*. Berkeley/Los Angeles/London 1982, S. 88–89.
- 31 Christian Ehrenfried Weigel: *Einleitung zur allgemeinen Scheidekunst*. Bd. 1, Leipzig 1788, S. 98.
- 32 Vgl. Johann Friedrich Gmelin: *Grundriß der allgemeinen Chemie zum Gebrauch bei Vorlesungen*. Göttingen 1781; Friedrich Stromeyer: *Grundriß der theoretischen Chemie*. Göttingen 1808.
- 33 Siehe hierzu Paul Imbs (Hrsg.): *Trésor de la langue Française. Dictionnaire de la langue du XIX^e et du XX^e siècle (1789–1960)*. Bd. 3, Paris 1974, sub *verbis application, appliquer*.
- 34 *Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*. Bd. 1, Paris 1751, S. 550, sub *verbo application*.
- 35 Condorcet: *Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain*. Paris An III [= 1794/95], S. 12.
- 35a Vgl. H. E. Le Grand: *Theory and Application: The Early Chemical Work of J. A. C. Chaptal*. *The British Journal for the History of Science* 17 (1984), 31–46.
- 36 Hierzu vgl. *The Oxford English Dictionary*. Oxford 1933, sub *verbis applied, pure*.
- 36a Bertel Linder/W. A. Smeaton: Schwedjauer, Bentham and Beddoes: *Translators of Bergman and Scheele*. *Annals of Science* 24 (1968), 259–273.
- 37 Michael Lomonossow: *Prodromus ad veram chimiam physicam [1752/54]*, deutsch in: Lomonossow (wie Anm. 9), S. 199–237. Der Begriff „physische Chemie“ (die deutsche Übersetzung „physikalisch“ ist völlig irreführend!) bezeichnet hier wie schon bei Wallerius eine Chemie, die sich als Teil der allgemeinen Naturwissenschaft begreift und damit deutlich von der medizinisch-pharmazeutischen Tradition abgrenzt.
- 38 [Gabriel François Venel:] *Chymie*, in: *Encyclopédie* (wie Anm. 34), Bd. 3, S. 408–437.
- 39 [Denis Diderot:] *Art*, in: *Encyclopédie* (wie Anm. 34), Bd. 1, S. 714; deutsch nach Denis Diderot: *Enzyklopädie. Philosophische und politische Texte aus der „Encyclopédie“*. (dtv WR 4026) München 1969, S. 184.
- 40 Vgl. L. Geldsetzer (wie Anm. 5), S. 83 sowie K. Hufbauer (wie Anm. 30), bes. S. 13–29 und derselbe: *Social Support for Chemistry in Germany during the Eighteenth Century: How and why did it change?* *Historical Studies in the Physical Sciences* 3 (1971), 205–231.
- 41 Eine Übersicht über das weite Spektrum angewandt-chemischer Arbeiten bietet z.B. Johann Friedrich Gmelin: *Geschichte der Chemie*. Bd. 3, Göttingen 1799, S. 3–49, ohne daß ihre Zahl je systematisch erfaßt worden wäre.
- 42 Zu seiner Bedeutung für Technologie und Kameralwissenschaft, die in chemiehistorischen Darstellungen zu kurz kommt, vgl. bes. Ulrich Troitzsch: *Ansätze technologischen Denkens bei den Kameralisten des 17. und 18. Jahrhunderts*. (Schriften zur Wirtschafts- und Sozialgeschichte, Bd. 5) Berlin 1966, S. 11–19, sowie die von Troitzsch nicht benutzte Dissertation von Heinrich Jantzen: *Johann Joachim Becher als theoretischer und praktischer Privatökonom*. Diss. Phil. Köln 1925.
- 43 Herbert Hassinger: *Johann Joachim Becher, 1635–1682. Ein Beitrag zur Geschichte des Merkantilismus*. (Veröffentlichungen der Kommission für neuere Geschichte Österreichs, Bd. 38) Wien 1951, S. 252. Vgl. auch noch Hans J. Hatschek: *Das Manufacturhaus auf dem Tabor in Wien. Ein Beitrag zur österreichischen Wirtschaftsgeschichte des 17. Jahrhunderts*. (Staats- und sozialwissenschaftliche Forschungen, hrsg. von Gustav Schmoller, Bd. VI, 1) Leipzig 1886.
- 44 Georg Ernst Stahl: *Zymotechnia fundamentalis oder allgemeine Grund-Erkännntnis der Gährungs-Kunst*. Wegen ihres unbeschreiblichen Nutzens aus dem Lateinischen ins Teutsche übersetzt. Frankfurt/Leipzig 1734.
- 45 Leo Just/Helmut Mathy: *Die Universität Mainz. Grundzüge ihrer Geschichte*. Mainz 1965, S. 106.
- 46 Zitiert nach Jöns Jacob Berzelius: *Lehrbuch der Chemie*, übersetzt von Friedrich Wöhler. 3. Auflage, Bd. 1, Dresden/Leipzig 1833, S. 3.
- 47 Christian Ehrenfried Weigel (a): *Vom Nutzen der Chemie insbesondere in Absicht auf Pommern betrachtet*. Greifswald 1774, S. 20–21; ähnlich auch noch sein (b): *Der Einfluß chemischer Kenntnisse in die Ökonomie besonders des schwedischen Pommerns*. Greifswald 1775. Die weite Verbreitung dieses Denkens belegen unter anderem Georg Adolf Suckow: *Von dem Nuzzen der Chymie zum Behuf des bürgerlichen Lebens und der Ökonomie*. Mannheim/Lautern 1775; und Johann Georg Pickel: *Von dem Nutzen und Einfluß der Chemie auf das Wohl eines Staats und auf verschiedene Künste und Wissenschaften*. Würzburg 1785. Sehr viel verbreiteter als diese Programmschriften war Torbern Bergmans *Anleitung zu Vorlesungen* (wie Anm. 20), die unmittelbar auf Wallerius' *Bref* von 1751 zurückgeht.

- 48 Siehe Wolffhard Weber: Innovationen im frühindustriellen deutschen Bergbau und Hüttenwesen. Friedrich Anton von Heynitz. (Studien zu Naturwissenschaft, Technik und Wirtschaft im Neunzehnten Jahrhundert, Bd. 6) Göttingen 1976.
- 49 Vgl. dazu Charles Coulston Gillispie: Science and Polity in France at the end of the Old Regime. Princeton, N. J. 1980, bes. S. 50–73, 368–387, 391–413; sowie John Graham Smith: The Origins and Early Development of the Heavy Chemical Industry in France. Oxford 1979; und Maurice Crosland: Gay-Lussac. Scientist and bourgeois. Cambridge 1978, S. 178–247.
- 50 Der Einfluß der Sozietätsbewegung auf die Entstehung der Fachwissenschaften verdiente eingehendere wissenschaftshistorische Untersuchungen. Einen Überblick bietet Ulrich Im Hof: Das gesellige Jahrhundert. Gesellschaft und Gesellschaften im Zeitalter der Aufklärung. München 1982. Die eindrucksvolle Studie und Bibliographie der französischen Akademien von Daniel Roche: Le siècle des lumières en province. Académies et académiciens provinciaux, 1680–1789. (Civilisations et Sociétés, Bd. 62) Paris/La Haye 1978, geht auf fachwissenschaftliche Aspekte kaum ein.
- 51 Immer noch grundlegend ist Wilhelm Stieda: Die Nationalökonomie als Universitätswissenschaft. *Abhandlungen der Kgl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften*, phil.-hist. Klasse 25 (1906), Heft 2.
- 52 Vgl. U. Troitzsch (wie Anm. 42), S. 54–55.
- 53 Siehe dazu Bernd Schminnes: Kameralwissenschaften – Bildung – Verwaltungstätigkeit. Soziale und kognitive Aspekte des Struktur- und Funktionswandels der preußischen Zentralverwaltung an der Wende zum 19. Jahrhundert. In: *Wissenschaft und Bildung im frühen 19. Jahrhundert*, II. (Materialien und Studien, hrsg. vom Institut für Didaktik der Mathematik der Universität Bielefeld, Bd. 30) Bielefeld 1982, S. 97–319.
- 54 Johann Heinrich Gottlob von Justi: Staatswirthschaft. 2. Auflage, Leipzig 1758, Vorrede, S. XXXVI, zitiert nach U. Troitzsch (wie Anm. 42), S. 100. Der Justische Plan zur Errichtung einer Kameralfakultät taucht in D. G. Schrebers *Entwurf einer zum Nutzen eines Staats zu errichtenden Academie der ökonomischen Wissenschaften* (1763) wieder auf, der den Stellenwert der Chemie eher noch höher veranschlagt; vgl. K. Hufbauer (wie Anm. 30), S. 24.
- 55 Vgl. Sten Lindroth: Urban Hiärne och Laboratorium Chymicum. *Lychnos* 1946/47, S. 51–116.
- 56 Siehe Hugo Olsson: Kemiens historia i Sverige intill år 1800. (Lychnos Bibliotek, Bd. 17, 4) Uppsala 1971, S. 40–51.
- 57 Zu der eigenartig isolierten Stellung eines Extraordinarius für Chemie und Technologie in den 1850er Jahren vgl. Christoph Meinel: Die Chemie an der Universität Marburg seit Beginn des 19. Jahrhunderts. Ein Beitrag zu ihrer Entwicklung als Hochschulfach. (Academia Marburgensis, Bd. 3) Marburg 1978, S. 117–119, 266–267.
- 58 Dazu vgl. B. Schminnes (wie Anm. 53), S. 106–120.
- 59 Daß diese Neubewertung vom Gesichtspunkt des Nutzens her durchaus im Zug der Zeit lag, lehrt ein Blick auf den anonymen Beitrag: Über die Klassifikation und Rangordnung der Wissenschaften. *Gothaisches Magazin der Künste und Wissenschaften* 2 (1777), 231–251. Dort wird ebenfalls der Versuch unternommen, den Streit der Fakultäten mit Hilfe eines neuen, anthropozentrischen und am Nützlichen orientierten Maßstabes zu schlichten.
- 60 Macquer (wie Anm. 10), Bd. 2, S. 488–489, sub verbo Laboratoire de Chymie. Noch deutlicher wird die Abkehr von den Motiven der Amateurwissenschaft bei Pietro Moscati: Discorso accademico dei vantaggi della educazione filosofica nello studio della chimica. Milano 1784, S. 35: „L'impostore fraudolento si contenta del mirabile, l'ozioso contemplatore della sterile curiosità, il filosofo e buon cittadino non dee cercare che l'utile ed il vero.“ Moscati war Professor für Chirurgie und Chemie in Mailand, wurde 1798 Präsident der Cisalpinischen Republik und 1801 Unterrichtsminister im Königreich Italien.

Anschrift des Verfassers: Dr. Christoph Meinel, Universität Hamburg, Institut für Geschichte der Naturwissenschaften, Mathematik und Technik, Bundesstraße 55, D-2000 Hamburg 13.