

Techniken der Vermittlung

Chemie als Verbindung von Arbeit, Lehre und Forschung am Beispiel von J. F. A. Göttling

Jan Frercks

Techniques of Mediation. Chemistry as a Combination of Work, Teaching and Research: the Case of J. F. A. Göttling

A typical career of a chemist in Germany around 1800 consisted of being trained as an apothecary, followed by an occupation as a professor at a university or another institution of higher education. These conditions deeply influenced the concept and the practice of chemistry as a science. Johann Friedrich August Göttling is an intriguing example for merging education and daily duties of teaching with the self-image of a scientific chemist. He linked chemical teaching, work, and research by using different hybrid media, such as the *Almanach oder Taschenbuch für Scheidekünstler und Apotheker*, a stove specifically designed for the narrow student's room, portable laboratories, a pharmaceutical boarding school and textbooks. This allowed him to practice three different forms of chemistry as a science. A "socio-epistemological diagram" of German chemistry around 1800 shows that these forms neatly corresponded to the then predominant three-level epistemology. In particular, the concept of a chemical fact served to link pharmaceutical practice with teaching practice, while granting only the chemistry done by professors the status of a science.

Keywords: chemistry, 18th century, discipline formation, Johann Friedrich August Göttling

Schlüsselwörter: Chemie, 18. Jahrhundert, Disziplinbildung, Johann Friedrich August Göttling

Chemie ist, was Chemiker machen. Diese lakonische Definition ist mehr als das Eingeständnis, die wissenschaftliche Disziplin Chemie weder methodologisch noch von ihrem Gegenstand her präzise definieren zu können. Die Tautologie hat für die moderne Chemie durchaus ihre Berechtigung. Nur wer beruflich als Chemiker arbeitet, kann heute noch zur Chemie als Wissenschaft beitragen. Umgekehrt bietet die umfassende und weitgehend standardisierte Ausbildung der Chemiker auch eine gewisse Gewähr dafür, dass das, was diese Chemiker tun, im gängigen Sinne Chemie ist. Für die Zeit um 1800 im deutschsprachigen Raum wäre eine solche Definition nicht passend. Weder von der Ausbildung noch vom Berufsbild her gab es Chemiker im Sinne von forschenden Wissenschaftlern. Und doch gab es Personen, die sich als Chemiker verstanden, und es gab Bestrebungen, Chemie als Wissen-

schaft zu etablieren. Um diese Chemiker und ihre Chemie geht es in diesem Artikel. Was Chemie um 1800 war, soll dabei weder dem heutigen Verständnis von Chemie gemäß vorausgesetzt werden noch soll die explizite zeitgenössische Epistemologie der Chemie zum Maßstab genommen werden. Es soll zunächst rekonstruiert werden, wie Chemiker um 1800 Chemie als Wissenschaft praktizierten. In einem zweiten Schritt wird dann die Praxis mit der Epistemologie verglichen, wobei sich enge, wenngleich keineswegs selbstverständliche Korrelationen zeigen.

Im Laufe des 19. Jahrhunderts etablierte sich die chemische Forschung an den Universitäten. Sowohl die dafür erforderliche räumliche und apparative Ausstattung als auch eine gezielte Ausbildung des Nachwuchses gab es jedoch erst deutlich nach 1800.¹ Für die Zeit um 1800 war die Verbindung von Universität und Forschung weit weniger selbstverständlich. Dabei waren für beide Prozesse (die Etablierung von Chemie als Forschung und die Verankerung von Chemie an den Universitäten) schon wichtige Grundlagen geschaffen. Diese Entwicklungen sind bereits gut untersucht. Für Chemie als forschende Wissenschaft bedarf es einer *chemical community*, die sich auch als solche wahrnimmt. Karl Hufbauer sieht in dem Entstehen wissenschaftlicher Fachzeitschriften das entscheidende Moment für die Etablierung einer *chemical community* (1982). Insbesondere die von ihm detailliert untersuchten, von Florenz Lorenz Friedrich Crell (1745–1817) ab 1784 herausgegebenen *Chemischen Annalen für die Freunde der Naturlehre, Arzneylehrtheit, Haushaltungskunst und Manufacturen* ermöglichten erstmals nicht nur einen systematischen Wissensaustausch, sondern auch die Ausbildung eines (Selbst-)Bewusstseins einer Diskursgemeinschaft. Die 424 Subskribenten schon für den ersten Band zeigen den Bedarf an einer solchen Fachzeitschrift.² Die *Chemischen Annalen* funktionierten auf Anhieb als wirkliche Fachzeitschrift der *chemical community*, das heißt, sie waren ein Medium der Kommunikation und nicht nur der Information. Immerhin ein Viertel der Abonnenten lieferte allein in den Jahren 1784 bis 1789 eigene Beiträge (Hufbauer 1982: 87f.).

Die Möglichkeit der fachlichen Kommunikation mag für das Selbstbild prägend gewesen sein, stellte aber – außer im besten Falle für den Herausgeber der Zeitschrift – keine materielle Grundlage für eine Existenz als Chemiker dar. Die Entstehung der Disziplin der Chemie und des Berufs des Chemikers lagen zeitlich weit auseinander. Ein regelrechtes Studium der Chemie und ein breiter Bedarf an Chemikern in der Industrie entstanden parallel erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts.³ Ende des 18. Jahrhunderts bezeichnete der Begriff „Beruf“ einerseits eine Lebensaufgabe und andererseits eine den Lebensunterhalt sichernde Arbeit. Chemie als Beruf findet man zu dieser Zeit nur in der ersten Bedeutung.⁴ Die unter den Chemikern vorherrschenden Berufe – im zweiten Sinne – lassen sich klar aus Hufbauers gründlicher prosopographischer Arbeit erkennen: Ein häufiger Karriereweg

als Chemiker um 1800 in den deutschen Staaten bestand in einer Ausbildung als Apotheker, gefolgt von einer Lehrtätigkeit an einer Universität oder Fachschule.⁵

Während der Beruf des Apothekers schon lange bestand, ist mit der Möglichkeit, als Professor an Universitäten und höheren Fachschulen Chemie zum Beruf zu machen, die zweite wichtige Entwicklung benannt. Christoph Meinel hat dies eingehend untersucht und drei Strategien zur Etablierung der Chemie an Universitäten identifiziert (1987): Chemie als Hilfswissenschaft der Medizin, als Teil der Kameralistik und schließlich als eigenständige Naturwissenschaft. Letztere Strategie nutzte übergangsweise die um 1800 einsetzende Verselbstständigung der Pharmazie zu einer medizinunabhängigen wissenschaftlichen Disziplin.⁶ Diese Strategien sind nicht als streng zeitlich aufeinander folgend anzusehen. So bevorzugten etwa bis ins 19. Jahrhundert hinein auch solche Chemiker, die Chemie als eine Naturwissenschaft betrachteten und an Medizin kein primäres Interesse hatten, schon aus finanziellen Gründen die Zugehörigkeit zur medizinischen Fakultät. Auf die Lehr- oder gar die Forschungsinhalte hatte die Fakultätszugehörigkeit jedoch keinen Einfluss mehr.⁷

Kaum untersucht ist jedoch bislang, wie diese beiden Prozesse zusammenhängen.⁸ Die vorherrschende handwerkliche Ausbildung der Chemiker, die Etablierung einer Fachgemeinschaft um eine Fachzeitschrift und die Institutionalisierung der Chemie als eigenständiges Lehrfach höherer Bildung verweisen auf das um 1800 charakteristische Spannungsverhältnis zwischen Chemie als Arbeit, Forschung und Lehre. War Forschung nur etwas für die „Nebstunden“, die einem „wissenschaftlichen“ Chemiker neben seiner Haupttätigkeit als Apotheker oder Universitätsprofessor blieben, oder gab es Resonanzen, Überlagerungen, Synergieeffekte zwischen den Bereichen? Die zentrale Frage ist also: Wie konnte ein Chemieprofessor, der in der Apotheke Chemie als Arbeit gelernt hatte und dessen Aufgabe an der Universität die Lehre der Chemie war, Chemie als Forschung betreiben?

Dies soll anhand einer Fallstudie zu Johann Friedrich August Götting (1753–1809) dargelegt werden. Wie die biographische Skizze im nächsten Abschnitt zeigt, repräsentiert Götting den vorherrschenden Typus des zunächst als Apotheker ausgebildeten und später als Professor lehrenden Chemikers. Er bietet sich zudem für eine exemplarische Untersuchung an, weil er umfangreich und in ganz unterschiedlichen Publikationsorganen veröffentlicht hat. Die Fallstudie ist dabei nicht in erster Linie als Beitrag zur wissenschaftlichen Biographie Göttings zu verstehen,⁹ sondern als Exempel für die strukturellen und epistemologischen Probleme der Chemie um 1800. Der Ansatz ist also nicht, eine wie auch immer geartete wissenschaftliche Chemie erst zu identifizieren und dann zu kontextualisieren. Vielmehr wird in diesem Beitrag umgekehrt mit der Ausbildung und der Alltagspraxis begonnen und dann gefragt, welche Formen von Chemie sich als Wissenschaft

etablieren konnten.¹⁰ Die sozio-kulturelle Situation ist mehr als ein bloßer Kontext, sie ist die Bedingung der Möglichkeit spezifischer Formen wissenschaftlicher Chemie.

In der Studie wird aus Sicht der sich etablierenden Chemie gefragt. Diese Setzung ist insofern kontingent, als dass selbstverständlich anhand von Götting auch die Verwissenschaftlichung der Pharmazie oder die Auflösung der Kameralistik untersucht werden könnte. Gerade die Tatsache, dass Götting unter anderem als Chemiker agierte und dazu beigetragen hat, einen entsprechenden Beruf, halb innerhalb, halb außerhalb der Universität zu erfinden, macht eine solche Figur für das gesetzte Thema interessant. Nicht mehr kontingent ist dann die Auswahl derjenigen Bereiche und Institutionen, die für die Chemie um 1800 eine Rolle spielen. Dass hier das Apothekenwesen im Zentrum steht, ist zum Teil der Tatsache geschuldet, dass dieses weit besser untersucht ist (siehe vor allem Klein 2007a, b) als zum Beispiel der Bergbau und die Metallurgie oder andere Bereiche der technischen und ökonomischen Chemie. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf.¹¹ Zum Teil sachlich begründet ist die Fokussierung auf Apotheken aber durch die Tatsache, dass die Mehrheit der Chemieprofessoren um 1800 aus dem Apothekenwesen kam (Hufbauer 1982). Die Orientierung an den Apotheken bestand auch in Bezug auf die wenigen dezidierten Forschungslabore. So hat Klein für die *Königliche Akademie der Wissenschaften zu Berlin* überzeugend gezeigt, dass Andreas Sigismund Marggraf (1709–1782) ihr neues Labor ganz in Form einer Apotheke eingerichtet hatte (2008).

Es lassen sich drei verschiedene Formen identifizieren, Beiträge zur Chemie als Wissenschaft zu liefern. Diese drei Formen finden sich weitgehend aufgeteilt auf die beiden dominierenden Berufsgruppen, welche man den Bereichen „Arbeit“ und „Lehre“ zuordnen kann. Die erste Form besteht in der Bereitstellung von Beobachtungen, Erfahrungen oder ‚Bemerkungen‘. Sie wurde vorwiegend von Apothekern praktiziert, deren berufliche Aufgabe, die Herstellung von Arzneimitteln, zunehmend chemische Verfahren einschloss.¹² Die zweite Form besteht in der Erstellung von Theorien zur Erklärung der chemischen Tatsachen und die dritte in der Sammlung und systematischen Zusammenstellung der chemischen Tatsachen selbst. Die zweite Form fand sich hauptsächlich, die dritte ausschließlich bei Professoren der Chemie, deren berufliche Aufgabe die Vermittlung der Chemie in der akademischen Lehre war.

Beobachtungen, Erfahrungen oder ‚Bemerkungen‘ auf der einen Seite und Theorien und Ordnungssysteme auf der anderen Seite stellen zudem die erste beziehungsweise die dritte Stufe einer dreistufigen Epistemologie der Chemie dar, die diese Bereiche gleichzeitig verbindet und trennt. Dies wird später genauer erläutert. Wichtig ist hier, dass der Bereich der Forschung nicht einer bestimmten sozialen Gruppe oder einer beruflichen Tätigkeit

zugeordnet werden kann. Chemische Forschung war weder personell noch materiell institutionalisiert. Forschung bestand vielmehr im schrittweisen Übergang von den Beobachtungen, Erfahrungen oder ‚Bemerkungen‘ über die chemischen Tatsachen zu den Theorien und Systemen. Dieser Übergang wurde ermöglicht durch verschiedene hybride Medien, die die Bereiche verbanden, ohne sie zu vermischen. Erst durch diese war es möglich, dass sich chemische Forschung, basierend auf den etablierten Bereichen chemischer Arbeit und chemischer Lehre, überhaupt durchsetzte. Nach einer Kurzbiographie Göttings geht es daher in den folgenden drei Abschnitten zunächst um diese hybriden Medien, bevor danach die Gesamtkonstellation anhand eines Schaubildes dargestellt und diskutiert wird.

Johann Friedrich August Götting

Geboren am 5. Juni 1753 in Derenburg bei Halberstadt, wuchs Götting nach dem frühen Tod des Vaters in ärmlichen Verhältnissen auf.¹³ Mit 14 Jahren begann er seine Lehre in der Apotheke Johann Christian Wieglebs (1732–1800) in Langensalza. Ob Götting dort tatsächlich die Notizen Wieglebs nachts und heimlich abschreiben musste, um über das Handwerkliche hinaus etwas über Chemie zu lernen, wie eine zeitgenössische Biographie berichtet (Schmitson 1811: 8f.), kann angesichts des eigenen Interesses Wieglebs an Chemie als Wissenschaft bezweifelt werden. Sicher ist jedoch, dass Götting in der Hofapotheke in Weimar mehr Freiräume genoss, in der er ab 1774 als Provisor (Gehilfe) unter Wilhelm Heinrich Sebastian Bucholz (1734–1789) arbeitete. Jedenfalls publizierte er schon in dieser Zeit mehrere Schriften.¹⁴ Bucholz war eine angesehene Persönlichkeit in der Weimarer Gesellschaft, und auf seine Initiative und mit Unterstützung Johann Wolfgang von Goethes (1749–1832) begann das Projekt, aus dem Apothekergehilfen Götting einen Chemieprofessor zu machen. Goethe, der als Mitglied des *Geheimen Consiliums* mitverantwortlich für die Universitätspolitik Sachsen-Weimar-Eisenachs war, kannte Götting von Experimentalvorführungen in Bucholz' Apotheke.

Der Herzog Carl August von Sachsen-Weimar-Eisenach (1757–1828) schickte Götting zunächst von 1785 bis 1787 zum Studium der Naturwissenschaften nach Göttingen und anschließend auf eine mehrmonatige technische Bildungsreise in die Niederlande und nach England – alles auf Staatskosten. Am 24. Januar 1789 wurde Götting – ohne lateinische Dissertationsschrift – promoviert und zum außerordentlichen Professor für Chemie, einschließlich Pharmazie und Technologie, an die philosophische Fakultät der Universität Jena berufen. Auch wenn die jährlichen 300 Reichstaler für den Lebensunterhalt kaum ausreichten, war das Gehalt immerhin höher als das der ordentlichen Professoren an der philosophischen

Fakultät. Auch für eine Grundausstattung an Geräten sorgte der Weimarer Hof durch den Ankauf der Instrumentensammlungen von August von Einsiedel (1754–1837), Christian Wilhelm Büttner (1716–1801) und Johann Ernst Basilius Wiedeburg (1733–1789), die in Göttings Privatbesitz übergingen.¹⁵ Worin diese Sammlungen bestanden, ist leider nicht mehr zu ermitteln. Jedenfalls ist zu vermuten, dass der vor 1800 noch übliche private Unterhalt einer Instrumentensammlung mit nur gelegentlichen staatlichen Zuwendungen (darunter 100 Reichstaler bei Antritt der Professur) es Götting kaum erlaubte, systematisch eine umfassende Gerätesammlung aufzubauen. Priorität werden die in der Vorlesung benötigten Geräte und Stoffe gehabt haben. Auch den zeitweise eingestellten Gehilfen musste Götting selbst bezahlen.

Immerhin hatte man ihm im Jenaer Schloss, das weitgehend für die Universität zur Verfügung stand, einen kleinen Raum als Labor zur Verfügung gestellt (Schiff 1929: 588). Seine Vorlesungen begann Götting 1789. Nach Schiff hielt er diese im Schloss ab, in einem Hörsaal, der auch von anderen Dozenten genutzt wurde (ebd.). Nach Herz (1989: 93) wohnte Götting zunächst im *Sembeckschen Haus* in der Schlossgasse 8 und hielt da auch seine Vorlesungen ab. Im Jahr 1794 kaufte er dann ein eigenes Haus in der Jenergasse 15 und las fortan dort (ebd.: 90). Diese beiden Orte sind etwa hundert beziehungsweise zweihundert Meter vom Schloss entfernt. Unklar ist, ob Götting mit dem Umzug seine Instrumente und Substanzen teilweise oder ganz in sein Wohnhaus brachte,¹⁶ und wenn nicht, ob für die Überbrückung zwischen Labor und Hörsaal seine mobilen Probierkabinette eine Rolle spielten, wie weiter unten zu sehen sein wird.

Am 28. Juni 1789 heiratete Götting Christiana Henrietta Sophia Schulze, mit der er drei Kinder hatte.¹⁷ 1799 wurde Götting zum ordentlichen Honorarprofessor ernannt und 1809 zum ordentlichen Professor mit Sitz und Stimme im Senat. Kurz darauf, am 1. September 1809, starb er.

Arbeit und Forschung

Seit 1780, lange also vor seiner universitären Karriere, gab Götting den *Almanach oder Taschenbuch für Scheidekünstler und Apotheker* (im Folgenden: *Almanach*) heraus. Die beiden Bezeichnungen im Titel zeigen schon seinen hybriden Charakter.¹⁸ Im *Almanach* findet sich am Anfang eine Liste der in jedem Monat durchzuführenden Arbeiten und ein Kalendarium. Aufgrund des Kalendermonopols durfte der *Almanach* in manche Länder nicht exportiert werden, weswegen ihn der Verleger auch ohne das Kalendarium, aber in sonst identischer Aufmachung unter dem Titel *Taschenbuch für Scheidekünstler und Apotheker* verkaufte.¹⁹ Dass der Verleger nicht ganz auf das Kalendarium verzichtete, deutet ebenso wie das handliche Duodezformat und

die jährliche Erscheinungsweise darauf hin, dass der *Almanach* tatsächlich von Apothekern als täglicher Begleiter genutzt wurde.

Auf der anderen Seite stellte er eine wissenschaftliche Fachzeitschrift dar. Dies betrifft zum einen die Struktur. Unterteilt in „kleine Bemerkungen aus der Chemie“ und „weitläufigere Aufsätze“ bot Götting seinen Lesern eine Mischung von eigenen Beiträgen, Zusendungen Dritter und Auszügen aus anderen Zeitschriften sowie einen Überblick über die neueste Literatur. Dass Götting die Beiträge nach eigenem Ermessen zusammenstellte, redigierte, referierte und kommentierte, entspricht ganz den üblichen Befugnissen der frühen, als Privatunternehmen betriebenen Fachzeitschriften.²⁰ Dies betrifft zum anderen den Inhalt. Die Beiträge zu rechtlichen und polizeilichen Aspekten des Apothekenwesens hat Bettina Wahrig (2003) bereits eingehend untersucht. Hier geht es um die andere große Gruppe von Beiträgen, deren Inhalt die chemischen Verfahren sind. Typischerweise beschreibt ein solcher Beitrag eine mehr oder weniger veränderte „Bereitungsart“ einer chemischen Substanz. Sehr oft probierte Götting diese Verfahren selbst aus und teilte seine Erfahrungen mit, egal, ob er zu demselben Ergebnis kam oder nicht.

In welchem Sinne war aber die Verbesserung pharmazeutischer Verfahren wissenschaftliche chemische Forschung? In diesen Beiträgen ging es nicht um eine Verwissenschaftlichung der Pharmazie im Sinne einer wissenschaftlichen Begründung von Herstellungsverfahren der in der Apotheke benötigten Composita, und schon gar nicht um eine Pharmakologie, also eine Erforschung der Wirkungen der Stoffe.²¹ Aber es handelte sich auch nicht um Experimentalchemie in dem Sinne, dass hier mehr oder weniger gezielt chemisches Wissen produziert werden sollte. Ursula Klein (2007a, b, 2008) hat gezeigt, dass es eine Chemikern und Apothekern gemeinsame Verfahrenspraxis (eben nicht Experimentalpraxis) gab, die solche Resultate ermöglichte. Ob es sich bei der Tätigkeit dieser „Apotheker-Chemiker“ um Arbeit oder um Wissenschaft handelte, richtete sich nach dem mit dem Verfahren verfolgten Zweck: die Produktion von Stoffen oder von Naturerkenntnissen. Zu Recht betont Klein, dass die Verfahren selbst dies nicht determinierten. Aber gerade deshalb ist es notwendig zu fragen, wie der Übergang von einem Herstellungsverfahren zu einem wissenschaftlichen Versuch, von der handwerklichen Praxis in der Apotheke zur epistemischen Praxis der Chemie als Wissenschaft vor sich ging. Klein geht es um die Laborpraxis der Apotheker als Basis für Chemie als Wissenschaft. Mein Interesse ist komplementär dazu. Mich interessieren gerade diejenigen Personen, die sich als Chemiker sahen und den Anspruch vertraten, Chemie als Wissenschaft zu betreiben, obwohl sie aus dem Apothekenwesen kamen.

Für diesen Übergang von Chemie als Arbeit zur Chemie als Forschung ist eine zweifache Öffnung erforderlich. Die erste Öffnung besteht darin, Überraschendes, nicht immer Zweckorientiertes im Labor passieren zu lassen, vielleicht sogar zu ermöglichen, und dieses dann auch zu beobachten. Diese

Beobachtungen passierten entweder bei der täglichen Produktion oder bei Versuchen, die Produktionsverfahren zu verbessern. Gewöhnt daran, ständig neue Verfahren auszuprobieren (weil die Vorgaben in den Pharmakopöen nur sehr allgemeiner Art waren), war es nur ein kleiner Schritt dahin, Vorkommnisse bei den Versuchen zu bemerken und zum Teil experimentell weiter zu verfolgen, auch wenn dies nicht unmittelbar einen ökonomischen Nutzen versprach. Nur in Ausnahmefällen (wie bei den Phosphorexperimenten, siehe unten) wurde dabei in explizitem Bezug zu einer Fragestellung solange experimentiert, bis man ein klares Ergebnis erreicht hatte. Viel typischer sind Erfahrungen, die einfach stehen gelassen wurden. Ein Beispiel:

Luftvolles Pflanzen-Laugensalz löst Bley auf.

Ich digerierte rothe Mennige mit luftvollen [sic] vegetabilischen Laugensalze acht Tage lang. Hierauf sättigte ich etwas davon mit reinem destillirten Eßig, und da ich zu dieser gesättigten Auflösung Hahnemanns Weinprobe goß, so kam ein schwarzer Niederschlag zum Vorschein, wodurch ich also erfuhr, daß das Laugensalz wirklich Bley aufgelöst hatte. (*Almanach* 1791: 89)²²

Wie auch immer Götting auf die Idee gekommen sein mag, genau diese Substanzen in Verbindung zu bringen, ist dies in jedem Fall eine neue Detailinformation über diese Stoffe. Wie ist aber die folgende ‚Bemerkung‘ zu bewerten?

Besondere Krystallisation.

Ich hatte etwas Arsenikauflösung in destillirtem Wasser, mit D. Hahnemanns Kupfersalmiak [Eine Auflösung des Kupferkalkes in ätzendem flüchtigen Laugensalze, Anm. Göttings] zusammen gemischt, um den dabey entstehenden gelbgrünen Niederschlag zu beobachten. Dieses Glas war zufällig stehen geblieben und die Feuchtigkeit vertrocknet. Als ich es nach einigen Wochen wieder untersuchte, fand ich einen graugelben Satz, aber auch zugleich eine Menge kleiner dunkelgrüner Krystallen, die eine ganz regelmäßige sternförmige Gestalt hatten. Mit einer Lupe betrachtet, gaben sie dem Auge ein sehr angenehmes Schauspiel. (*Almanach* 1792: 14f.)²³

Ist dies eine neue wissenschaftliche Erkenntnis? Zum epistemologischen Status derartiger ‚Bemerkungen‘ später Genaueres. Hier ist zunächst festzuhalten, dass Götting diese erste Form der Chemie in seinem kleinen Labor im Jenaer Schloss genauso betrieb wie vorher in Bucholz' Apotheke. Jedenfalls unterscheiden sich Göttings Beiträge, die sich auf eigene praktische Arbeiten beziehen, vor und nach 1789 überhaupt nicht. In diesem Sinne war Göttings Labor nicht nur eine Vorbereitungskammer für Vorlesungsversuche, sondern auch ein Forschungslabor in Form einer Apotheke ohne Produktion und Verkauf.

Diese apothekenförmigen Labore (einschließlich ihrer Ausstattung, der darin agierenden Personen, der vorhandenen Stoffe und der gängigen Techniken) bildeten eine spezifische Kultur, die – mit den Worten Gaston Bachelards – einen „Zugang zu einer Emergenz“ boten (Bachelard 1998: 133, zit. nach Rheinberger 2004: 305f.). In diesem Sinne funktionierten sie ähnlich wie moderne Experimentalsysteme nach Hans-Jörg Rheinberger.²⁴ Ein sich

im Wesentlichen experimentalpraktisch reproduzierendes System erlaubt demnach in unvorhersehbarer Weise die Entstehung von etwas Neuem, ohne dabei seine eigene Identität zu verlieren.

Ein wesentlicher Unterschied zu modernen Experimentalsystemen soll die Charakteristik dieser Form von Laborpraxis um 1800 weiter verdeutlichen. Moderne Experimentalsysteme sind auf epistemische Dinge hin ausgerichtet. Diese orientieren die Forschung, wenn auch in nicht immer vorhersehbarer Weise. Wichtig ist, dass sich epistemische Dinge innerhalb des Systems bewegen. Ein Experimentalsystem hat keine Referenz außerhalb seiner selbst. Epistemische Dinge repräsentieren nichts, aber sie bilden das Kohärenzstiftende Moment eines Experimentalsystems.

Derartige epistemische Dinge gab es in der apothekenförmigen Laborpraxis gerade nicht, weil es sich eben nicht primär um eine epistemische Praxis handelte. Chemie als Wissenschaft verhielt sich zu dieser Laborpraxis parasitär. Wie aber funktionierte dies?

Epistemische Relevanz erhält das Laborgeschehen erst durch eine zweite Öffnung, nämlich die Mitteilung der eigenen Beobachtungen, zum Beispiel als „kleine Bemerkungen aus der Chemie“ in Göttings *Almanach*. Es war eben nicht Göttings System, sondern ein überregionales, das nur über die Rezeption und Produktion textlicher Darstellungen des Laborgeschehens funktionierte. Es war nicht der Laborbetrieb allein, der diese ‚Bemerkungen‘ ermöglichte. Es war das permanente Experimentieren, Schreiben, Lesen, wieder Experimentieren und wieder Schreiben, das zu ganz unerwarteten Beobachtungen führte. Erst die Publikation machte die ‚Bemerkungen‘ zu etwas Wissenschaftlichem (oder zumindest zu etwas wissenschaftlich Verwertbarem). Der *Almanach* (aber auch Crells *Chemische Annalen*) ermöglichte diesen Prozess. Die Stabilisierung – so es sie denn gab – passierte nicht nur mittels der textlichen Darstellungen, sondern auch in Bezug auf diese. Das Resultat war im besten Fall ein Hybrid aus einem Verfahren und dessen textlicher Anleitung (in Form eines Rezepts), wobei sowohl der materielle Ablauf als auch der Anleitungstext standardisiert waren.

Diese durch die zweifache Öffnung der Apothekenlaborpraxis zugelassenen und ermöglichten ‚Bemerkungen‘ waren die erste Form der Chemie als Wissenschaft. Sie führten aber nicht nur zu verbesserten Herstellungsverfahren, sondern auf genau diese ‚Bemerkungen‘ waren die beiden anderen Formen von Chemie als Wissenschaft angewiesen. Beide beruhten auf den aus diesen ‚Bemerkungen‘ induzierten Tatsachen. Die zweite Form der Chemie als Wissenschaft war die theoretische Interpretation dieser Tatsachen und die dritte die Zusammenstellung und Ordnung dieser Tatsachen. Beide Formen werden im Abschnitt „Forschung und Lehre“ erläutert. Zwar fanden sich diese Formen im *Almanach* kaum beziehungsweise gar nicht, aber der *Almanach* verbreitete die für beide Formen unverzichtbaren Einzelbeobachtungen aus den Laboren der Apotheker.

Arbeit und Lehre

Eine Vermittlung zwischen chemischer Arbeit in der Apotheke und der chemischen Lehre stellten die ab 1779 entstehenden pharmazeutischen Privatinstitute dar.²⁵ In der historischen Entwicklung der Ausbildung von Apothekern bildeten sie den Übergang von der Lehre in der Apotheke zum universitären Studium. Die als Privatunternehmen betriebenen Ausbildungsinstitute kombinierten Elemente der handwerklichen Lehre und des Studiums. Die Teilnehmer erhielten wie an der Universität Unterricht nach einem festgelegten Stundenplan. Anders als an der Universität beinhaltete dieser aber auch praktische Übungen im Labor. Der praktische Unterricht fand in der Apotheke statt und die Schüler lebten im Haus der Leiters. Bernard Henry Gustin (1975) sieht in diesen Privatinstituten nicht nur einen Übergang in der Ausbildung der Pharmazeuten selbst, sondern auch den Ursprung der praktischen Lehre der Chemie an den Universitäten und indirekt, nämlich durch die Etablierung der dafür notwendigen Labore, auch der chemischen Forschung an Universitäten. Für das Institut von Justus Liebig (1803–1873) ist dieser Übergang in der Tat augenfällig, wie Holmes (1989) und Meinel (1994) gezeigt haben.

Die Verbindung von „Labor“ und „Universität“ in Bezug auf die Chemie und Pharmazie kam hier also von außerhalb der Universität, nämlich aus dem Handwerk, und war nicht etwa die Ergänzung traditioneller Lehrformen der Medizin oder Pharmazie durch praktische Übungen in dafür ausgegliederten privaten Laboren der Professoren – sofern Mediziner überhaupt eigene Labore hatten. Göttlings pharmazeutisches Privatinstitut war viel kleiner als Liebigs und auch als das zu seiner Zeit erfolgreichste Institut von Johann Bartholomäus Trommsdorff (1770–1837), der zwischen 1795 und 1828 insgesamt 286 Schüler hatte (Pohl 1972: 63). Im September 1793 kündigte Göttling an, dass er bereit sei, „junge Pharmaceutiker“ in der Chemie auszubilden, da er jetzt ein „hinlänglich bequemes Laboratorium eingerichtet habe“ (*Almanach* 1794: 208–211, Zitate 208, 209).²⁶ Die Schüler sollten an seinen universitären Vorlesungen teilnehmen, erhielten darüber hinaus aber eine intensive persönliche Betreuung in Form von Repetitorien, schriftlichen Aufgaben, praktischen Übungen im Labor, Zugang zu Göttlings Bibliothek und Materialien für eigenständiges Experimentieren. Nebenbei sollten sie die für Apotheker notwendigen Kenntnisse in Botanik, Naturgeschichte und Naturlehre durch den Besuch anderer Vorlesungen an der Universität erwerben. In den folgenden Jahren vermeldete Göttling in seinem *Almanach* jeweils die Schüler an seinem Institut: 1794 „Joh. Christ. Liebe aus Freyberg und J. G. Meyer aus Aarau in der Schweiz“, 1795 „Hr. Müller aus Großenhayn und Hr. Günz aus Pegau“ und 1796 „Hr. Johannes Nepumucenus Presinari aus Kirn, Philip Casimir Remigus Golze aus Grünberg in Hessen und Wilhelm Friedrich Christian Faber aus Magdeburg“ (*Almanach* 1795: 214,

Almanach 1796: 192 bzw. *Almanach* 1797: 208)²⁷. In den folgenden Jahrgängen des *Almanachs* erwähnte Götting sein Institut dann nicht mehr, so dass davon auszugehen ist, dass er keine weiteren Schüler hatte.

Gründe für den vergleichsweise geringen Erfolg²⁸ von Göttings Institut mögen die eher bescheidenen Wohn- und Arbeitsverhältnisse, vor allem aber die Konkurrenz attraktiverer Lern- und Lebensformen an einem Universitätsstandort gewesen sein. So war Götting dann auch viel erfolgreicher mit einem anderen, ortsunabhängigen Medium, das zwischen Chemie als Arbeit und als Lehre vermittelte. Schon kurz nach Beginn der Lehrtätigkeit in Jena bot er zwei verschiedene sogenannte Probierkabinette zum Verkauf an.²⁹ Zu jedem dieser beiden publizierte er eine ausführliche Anleitung. Beide Probierkabinette stellten Vermittlungen zwischen Arbeit und Lehre dar, indem sie das Lernen ohne Vorführungen in der Vorlesung und das Arbeiten ohne Anbindung an eine Apotheke ermöglichten. In ihrem Zweck und dem avisierten Publikum unterschieden sie sich allerdings deutlich. Im *Almanach* findet sich 1789 eine „Ankündigung eines sichern und bequemen chemischen Probir-Cabinets“, das Götting für „3 alte Louis-d'or“³⁰ zum Kauf anbot. Dieses Probierkabinett bestand aus zwei aufeinander gesetzten Holzkästen, neun Zoll breit, zwölf Zoll lang und neun Zoll hoch (*Almanach* 1789: 181–192).³¹ Neben einigen einfachen Geräten wie Mörsern, Glasgefäßen und einer Handwaage enthielten die Kästen vor allem 35 Fläschchen mit Reagenzien, oft in Wasser oder anderen Flüssigkeiten gelöst.

Wie die Auflistung potenzieller Käufer im Titel des dazugehörigen Buches *Vollständiges chemisches Probir-Cabinet zum Handgebrauche für Scheidekünstler, Aerzte, Mineralogen, Metallurgen, Technologen, Fabrikanten, Oekonomen und Naturliebhaber* (Götting 1790) zeigt, richtete sich diese Sammlung an Praktiker außerhalb der Universität, aber auch außerhalb der Apotheke. Dass dafür ein Bedarf bestand, zeigt sich vor allem daran, dass Götting 1800 auf Anfrage eine noch mehr auf praktische Anwendung ausgerichtete Version für „1,5 vollwichtige Louis d'or“ anbot, die nur noch sechzehn von Ärzten tatsächlich gebrauchte Reagenzien enthielt (*Almanach* 1800: 207). Die ab 1792 für „4 [später 5] Dukaten“³² angebotene *Sammlung chemischer Präparate zu unterhaltenden und nützlichen Experimenten für Liebhaber der physischen Scheidekunst und vorzüglich für Jugendlehrer bey dem Unterricht* hingegen enthielt weniger Reagenzien, dafür aber Substanzen und Hilfsmittel, die nur für Demonstrationen zu gebrauchen waren.³³ Zum Beispiel enthielt sie ein verschlossenes Gefäß mit vier heterogenen Flüssigkeiten, die sich nach dem Schütteln im Glas wieder entmischten, zur Veranschaulichung der Konzepte „Mischung“ und „Dichte“. Aber auch diese Sammlung enthielt zahlreiche Reagenzien, vor allem für qualitative Nachweisreaktionen.

Was bedeuteten diese Probierkabinette für die Chemie als Arbeit und Lehre? Sie brachten das Labor (in vereinfachter Form) in den Hörsaal, in

die Schule und in die Studierstube des Studenten und sie brachten das chemische Wissen an neue Orte chemischer Arbeit. Die Analyse von Mineralwässern und Lebensmitteln konnte so dezentral durchgeführt werden. Die nach Göttings Anspruch auf Reinheit hergestellten und in kleinen Fläschchen verschickten Lösungen stellten – zumindest für manche Stoffe – einen Ersatz dar für die im *Almanach* verschickten Rezepte. Die Probierkabinette kombinierten die Verfügbarkeit der Stoffe in ortsfesten Laboren mit der Mobilität der Mitteilungen in Zeitschriften. Standardisierung sollte nicht mehr auf eine gelungene Kohärenz zwischen (textlichem) Rezept und (materiellem) Verfahren in jedem einzelnen Labor angewiesen sein.³⁴ Die verschickten Blackboxes der kleinen Fläschchen gewährleisteten – indem sie selbst standardisiert waren – eine Standardisierung der medizinischen Analysen und der Unterrichtsversuche gleichermaßen.

Dass die Probierkabinette zu Techniken der Vermittlung zwischen den Bereichen Arbeit (Produktion) und Lehre (Demonstration) werden konnten, liegt auch an zwei Charakteristika der qualitativen analytischen Chemie. Deren Testverfahren sind nämlich selbst Hybride zwischen Produktion und Demonstration. Ein erstes Charakteristikum der analytischen Chemie ist, dass es einen qualitativen Sprung zwischen dem Test auf eine Substanz und der Reinigung von dieser Substanz gibt, der auf der verfahrenstechnischen Ebene nur ein quantitativer Unterschied in der Menge der eingesetzten Reagenzien ist. Als Beispiel sei hier der Versuch 89 aus Göttings *Vollständiges chemisches Probir-Cabinet* dargestellt:

Mit einem Weinglase voll destillirten Wassers vermische man einen Tropfen reine *Salzsäure*, und tröpfele einen Tropfen Silberauflösung hinzu; es entsteht sogleich ein *weisser Niederschlag*, der nach einiger Zeit ein bläulichtes Ansehen erhält [...]. (Götting 1790: 69; Hervorhebungen im Original)

Eine geringe Menge Silberauflösung in das Wasser gegossen, zeigt seine Verunreinigung durch Salzsäure in Form eines weißen Niederschlages. Etwas mehr Silberauflösung dazu gegossen, entfernt die Salzsäure in Form eines weißen Niederschlages. Der Übergang von der Semiotik zur Produktion bestimmt sich nur aus der Relation der eingesetzten Mengen.³⁶ In der Lehre diente der Versuch der Sichtbarmachung der Salzsäure, in der Arbeit aber ihrer vollständigen Entfernung. Der analytische Test vermittelte zwischen diesen beiden Funktionen als ein zum Zweck der Entfernung durchgeführtes Sichtbarmachen.

Ein weiteres Charakteristikum der qualitativen analytischen Chemie besteht in der Austauschbarkeit von Nachweismittel (Reagenz) und dem nachzuweisenden Stoff. Welcher der Stoffe Signifikant und welcher Signifikat ist, hängt vom Ziel und von der Durchführung des Verfahrens ab.³⁷ In der Lehre konnte dies in Idealform realisiert werden, wenn die folgenden Versuche tatsächlich durchgeführt und nicht nur die Edukte und die Produkte gezeigt wurden:

Versuch 116. Man vermische mit einem Weinglase voll destillirten Wassers einen Tropfen von der *flüchtigen Schwefelleber*, und tröpfele einige Tropfen von der Arsenikauflösung hinzu; die Flüssigkeit wird sogleich trübe werden, es werden *gelbe Wolken* entstehen, und nach einiger Zeit wird sich auch ein eben so gefärbter Niederschlag (Operment) absetzen. (Ebd.: 90; Hervorhebungen im Original)

Und derselbe Versuch, nur jetzt in umgekehrter Reihenfolge der Hinzufügung der Reagenzien, wird folgendermaßen beschrieben:

Versuch 144. Mit einem Weinglase voll reinen destillirten Wassers vermische man einige Tropfen von der *Arsenikauflösung*, und tröpfele etwas von dem Schwefelleberluftwasser hinzu; bald nach dem Zutropfen, wird die Auflösung *goldgelb* gefärbt werden, und es wird sich nach einiger Zeit, ein eben so gefärbter Niederschlag (Operment) absetzen [...]. (Ebd.: 110f.; Hervorhebungen im Original)³⁸

Damit demonstrierte dieser Doppelversuch die Nachweisreaktion in eindeutiger Weise.³⁹ Dies beruhte allerdings darauf, dass alle drei eingesetzten Stoffe in reiner Form vorlagen. Das Set der Testsubstanzen musste zunächst selbst Gegenstand der Tests sein. Götting (1790: viiif.) betonte, dass er alle Reagenzien des Probierkabinetts selbst getestet habe. Erst dies erlaubte ihren Einsatz sowohl in der angewandten Chemie als auch in der Lehre.⁴⁰

Wenn oben Göttings Labor als Apotheke ohne Verkauf bezeichnet wurde, so ist dies nun insofern revisionsbedürftig, als aus diesem Labor durchaus etwas verkauft wurde. Es waren dies nur eben keine Substanzen als solche und erst recht keine Arzneimittel. Es war aber auch nicht Wissen als solches, sondern Götting vertrieb wissensrelevante Stoffe in den Probierkabinetten und stoffrelevantes Wissen in den zugehörigen Anleitungsbüchern.

Dazu passt auch, dass Götting, vor allem für Studenten, einen Lampenofen entwickelte, der ausreichend Hitze für viele Versuche zur Verfügung stellte, dabei aber einfach zu bedienen und gefahrlos in einem Zimmer zu betreiben war. Sogar eine dazu passende Kommode hatte Götting entworfen, die mit wenigen Handgriffen aus einem Studierzimmer ein chemisches Labor werden ließ (siehe Abb. 1). Die Beschreibung des Ofens stellt einen doppelsinnigen Text dar, denn er diente einerseits als Anleitung zum Nachbau des Ofens und gleichzeitig funktionierte er auch als Werbung dafür, den Ofen gleich selbst bei Götting zu bestellen (*Almanach* 1794: 49–80, 1796: 33–39). Es ist nicht bekannt, wie Göttings Labor aussah, ob es zum Beispiel überhaupt einen Ofen mit Kamin hatte oder ob Götting selbst für seine Forschung auf seinen mobilen Lampenofen angewiesen war. Letzteren verwendete er auf jeden Fall für seine Demonstrationen in den Vorlesungen.⁴¹ Auch ist nicht bekannt, wo Götting seine zum Verkauf angebotenen Substanzen und Geräte herstellte oder herstellen ließ.⁴² Die Botschaft, die von diesen Unternehmungen ausging, ist jedoch klar (und komplementär zur Forderung, Apotheker müssten Chemie lernen): Um Chemie zu lernen, auch praktisch, war der Zugang zu einer Apotheke nicht notwendig.

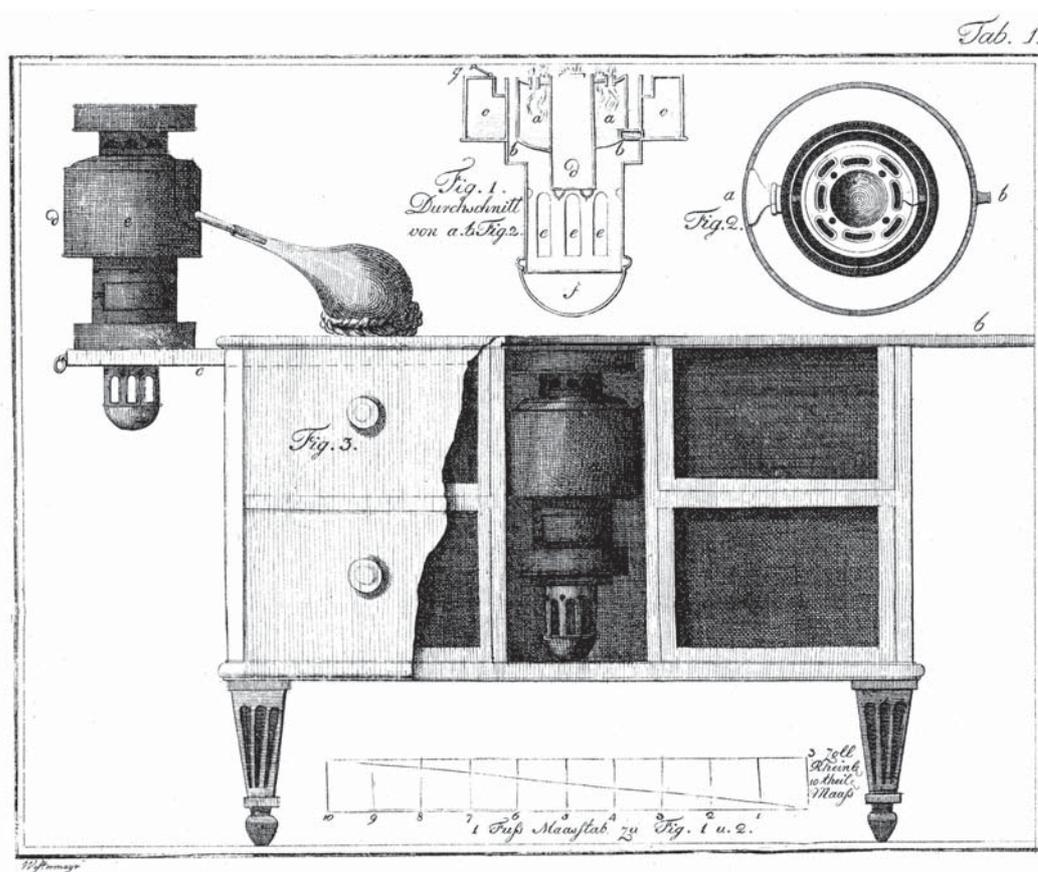


Abb. 1: Kommode mit Lampenofen für Studenten (aus *Almanach oder Taschenbuch für Scheidekünstler und Apotheker* 1796, Tafel 1; mit freundlicher Genehmigung der Thüringer Universitäts- und Landesbibliothek Jena).

Lehre und Forschung

Die unmittelbare Verbindung zwischen Lehre und Forschung wurde vor allem durch Lehrbücher hergestellt. Einerseits wurde Forschungsliteratur in der Lehre eingesetzt und andererseits stellte das Schreiben von Lehrbüchern, insbesondere solchen zur „theoretischen Chemie“, eine Forschungsleistung dar. Beide Vermittlungen korrespondierten mit zwei weiteren Formen, Chemie als Wissenschaft zu praktizieren. Um diese Formen zu verstehen, ist es notwendig, zunächst die vorherrschende Epistemologie der Chemie darzustellen.

Chemiker in Deutschland um 1800 vertraten in ihren Lehrbüchern eine dreistufige Epistemologie, die sich nur in der Begrifflichkeit leicht unterschied.⁴³ Die Darstellung folgt hier Scherer (1795: 61–69): Die erste Stufe besteht aus „Erscheinungen“, insofern sie wahrgenommen werden. Die Erscheinungen (auch „Phänomene“) werden als „Naturwirkungen“ angenommen, deren „Ursache“ gesucht wird. Dafür müssen die Erscheinungen in Form von „Erfahrungen“ zunächst „bemerkt“ werden. Aus diesen ‚Bemerkungen‘ werden dann durch „Vergleichung“ (auch „Induktion“ genannt) „Thatsachen“ gewonnen, die als „ewig“ angesehen werden. Diese Tatsachen stellen die zweite Stufe dar. Aus einer weiteren „Vergleichung“ der Tatsachen kommt man in einer weiteren „Folgerung“ zu den „Theorien“ oder

„Systemen“ auf der dritten Stufe. Ob diese Theorien „nothwendig“ aus den Tatsachen folgen, wie Scherer angibt, war allerdings unter den verschiedenen Autoren umstritten.

Ein Beispiel soll diesen dreistufigen Prozess verdeutlichen: „Das Verbrennen geschieht um desto lebhafter, je reiner die Luft ist, und je mehr ihr Zugang befördert wird.“ (Ebd.: 64) Dies ist eine typische Tatsache, die durch folgende Bemerkung ‚bestätigt‘ wird: „Die glühenden Kohlen in einem Windofen werden durch einen Blasebalg stärker angefacht, als durch den bloßen Luftzug.“ (Ebd.: 65) Man sieht, dass es überhaupt keine Rolle spielte, ob die ‚Bemerkungen‘ mittels gezielter Experimente, beim Arbeiten in der Apotheke oder im alltäglichen Leben gemacht wurden. Ein weiterer Schritt führt aus dem Vergleich mehrerer Tatsachen zu der Theorie, dass die atmosphärische Luft aus zwei Luftarten bestehe, deren eine, nämlich die „Lebensluft“ (ebd.: 76),⁴⁴ Sauerstoff enthalte, der sich bei der Verbrennung mit dem verbrannten Körper verbände. Zwischen chemischen ‚Bemerkungen‘ und den chemischen Theorien wird hier mit dem Konzept der chemischen Tatsache vermittelt. Die Tatsache, nicht die Fülle vielfältigster, oft liegen gelassener ‚Bemerkungen‘, aber auch nicht irgendeine Fundamentaltheorie (zur Verwandtschaft, zur Materie, zum Massenverhältnis et cetera) bildeten im Selbstverständnis wissenschaftlicher Chemiker die Basis von Chemie als Wissenschaft. Auch spielte die quantitative Analyse hier noch kaum eine Rolle.

Göttlings Forschungsprogramm zum Leuchten und zur Verbrennung von Phosphor ist bemerkenswert, weil es alle drei erkenntnistheoretischen Stufen umfasste. Seine Experimente, die daraus gewonnenen Tatsachen und die theoretische Interpretation stellte Götting in einer Monographie mit dem Titel *Beytrag zur Berichtigung der antiphlogistischen Chemie* zusammen (1794–1798; kurz zusammengefasst in Götting 1795). Das Programm bestand darin, Phosphor in unterschiedlichen Gasen unterschiedlich stark zu erhitzen. Eine aus diesen Experimenten gefolgerte Tatsache lautet, dass Phosphor in „reiner Luft“ bei höherer Temperatur zu Phosphorsäure verbrenne, wohingegen er in atmosphärischer Luft oder in „Stickluft“ ohne Wärmeentwicklung leuchte und dabei ebenfalls zu Phosphorsäure werde.⁴⁶ Daraus folgerte Götting die theoretische Aussage, dass der von Antoine Laurent Lavoisier (1743–1794) als elementar angesehene Stickstoff in Wahrheit aus Sauerstoff und Lichtstoff zusammengesetzt sei. Götting argumentiert wie folgt: Da Licht und Wärme getrennt auftreten können, muss es einen eigenständigen Lichtstoff geben. Da dieser nicht Bestandteil der Sauerstoffluft ist, muss er Bestandteil des Phosphors sein.⁴⁷ Phosphor ist also eine Zusammensetzung aus Phosphorstoff und Lichtstoff. Da man beim Leuchten des Phosphors in reiner Stickluft auch Phosphorsäure erhält, muss Stickluft Sauerstoff enthalten. Da beim Leuchten keine Wärme frei wird, enthält Stickluft aber keinen Wärmestoff. Luftförmig wird die Stickluft hingegen durch die

Verbindung des Sauerstoffs mit Lichtstoff. Letzterer wird bei dem Prozess – ebenso wie der Lichtstoff des Phosphors – frei, was die besondere Helligkeit erklärt. Stickluft (zumindest in gasförmigem Zustand) besteht also aus Sauerstoff und Lichtstoff.

Dies ist ein typisches Beispiel für die Entwicklung chemischer Theorien, die im Übrigen keinesfalls nur auf der Basis eigener ‚Bemerkungen‘ und Tatsachen geschah. Angesichts der Unüberschaubarkeit der publizierten ‚Bemerkungen‘, vor allem aber angesichts der – modern ausgedrückt – Underdeterminiertheit der Theorie durch die Tatsachen ist es kaum verwunderlich, dass die vielfältigsten Theorien gleichzeitig vertreten wurden. Gemeinsam war diesen Theorien die Absicht, Stoffe und ihre Reaktionen auf Elemente zurückzuführen. Dies bezog sich ganz selbstverständlich auch auf die (imponderablen) Fluida, die in der Physik in dieser Zeit ihren Phänomenen zugeordnet wurden, wie Lichtstoff, Wärmestoff, elektrische Materie(n), Brennstoff oder Feuerstoff. Ob diese elementar waren, aus anderen Elementen bestanden oder gar nicht existierten, variierte von Theorie zu Theorie. Basierend auf einem wachsenden Schatz von ‚Bemerkungen‘ und Tatsachen praktizierten Physiker und Chemiker gleichermaßen ein ‚freies Theoretisieren‘ in Form einer Kombinatorik von Stoffen. Dies stellte – neben der Produktion und Kommunikation von ‚Bemerkungen‘ – die zweite Form dar, Chemie als Wissenschaft zu betreiben. Bei Götting führte dies dazu, dass er den Stickstoff nicht für ein chemisches Element hielt. Strukturell stellte aber weder Göttings Negierung eines Elements noch die Art und Weise, Schlüsse aus Experimenten zu ziehen, etwas Außergewöhnliches dar, auch wenn aus heutiger Sicht ein Fehler im Experiment vermutet werden muss, der zu dem Fehler in der Sache geführt hat.

Dass Götting seine schon zu seiner Zeit nicht anerkannte Theorie des Stickstoffs sofort in der Vorlesung lehrte, zeigt zum einen, wie sicher er sich seiner Schlüsse von den Tatsachen auf die Theorie war. Es zeigt aber zum anderen den engen Zusammenhang zwischen Forschung und Lehre. Götting verwendete nämlich seinen *Beytrag* als theoretische Einführung für seine Vorlesung, als ihm das nur aus Versuchsanleitungen bestehende Lehrbuch Hagens (1790) nicht mehr adäquat erschien. Forschungsliteratur wurde so als Lehrbuch verwendet. Das freie Theoretisieren konnte durchaus, musste aber nicht in Lehrbüchern stattfinden. Viel enger war die Verbindung zur Lehre in der dritten Form, Chemie als Wissenschaft zu betreiben. Sie bestand im Verfassen von Lehrbüchern der „theoretischen Chemie“. Das Besondere an dieser Form ist, dass von den Autoren das Schreiben von Lehrbüchern der theoretischen Chemie gar nicht als Forschungsbeitrag angesprochen wurde. Dies gilt es zu klären, doch zuvor ist das Konzept der theoretischen Chemie selbst zu erläutern.

Der Begriff „theoretische Chemie“ wurde zuweilen synonym mit dem Begriff „systematische Chemie“ verwendet. Letzterer drückt besser aus, worum

es sich bei der „theoretischen Chemie“ handelt. „Theoretische Chemie“ war die systematische Zusammenstellung der chemischen Tatsachen in einer spezifischen Ordnung, darf also keinesfalls mit dem Aufstellen theoretischer Systeme in Form des freien Theoretisierens verwechselt werden.⁴⁸ Die Praxis der theoretischen Chemie, das Erstellen einer Ordnung der Tatsachen, gab es ausschließlich im Zusammenhang mit dem Schreiben entsprechender Lehrbücher. Die einzelnen Ordnungen unterschieden sich dabei von Autor zu Autor. Es war nicht einmal klar, ob die Chemie nach Stoffen oder nach Verfahren geordnet werden sollte.

Mit der Etablierung einer Lehrbuchgattung der „theoretischen Chemie“ ab 1800 wurde die für das Selbstverständnis der Chemie am Ende des 18. Jahrhunderts wichtige Unterscheidung zwischen reiner und angewandter Chemie partiell wieder rückgängig gemacht. Mit dieser etwa 1770 von Johan Gottschalk Wallerius (1709–1785) eingeführten Unterscheidung war es möglich, heterogene Praktiken als verschiedene Anwendungen der einen, nämlich reinen, sich als „wissenschaftlich“ verstehenden Chemie zu sehen.⁴⁹ Reine Chemie umfasste alle bisher vorgestellten Formen der Chemie, also nicht etwa nur die Theorie, sondern auch die chemischen Techniken, Verfahren und Geräte, soweit sie zunächst unabhängig von einer bestimmten Nutzanwendung behandelt wurden. Die neue Aufteilung ordnete diese nun wieder der theoretischen und der praktischen Chemie zu. Die praktische Chemie beinhaltete alles, was Chemiker tun und womit sie dies tun, also nicht nur die Geräte, Verfahren und Experimente, sondern auch das theoretische Interpretieren von ‚Bemerkungen‘ und Tatsachen im Sinne der dargestellten Epistemologie. Forschung in den bisher dargestellten zwei Formen gehörte also zur praktischen Chemie. Die theoretische Chemie hingegen bestand aus den Beschreibungen der chemischen Stoffe und Verfahren in einer entsprechenden Ordnung.

Das Schreiben von Lehrbüchern der theoretischen Chemie stellte von daher eine originäre Forschungsleistung dar, weil es außerhalb der Lehrbücher keine derartige Ordnung der Chemie gab.⁵⁰ Lehrbücher dürfen also keinesfalls als didaktische Vereinfachungen von anderweitig, das heißt lehrunabhängig, erstellten Ordnungen aufgefasst werden. Systeme im Sinne der theoretischen Chemie wurden vielmehr überhaupt erst in und durch die Lehrbücher realisiert.⁵¹ Bezeichnenderweise wurde dies in den Lehrbüchern selbst aber gar nicht thematisiert. Die typischerweise in den Vorreden anzutreffenden Entschuldigungen, ein weiteres Lehrbuch geschrieben zu haben, beziehen sich allein auf die didaktische Eignung der gewählten Ordnung, und nicht etwa darauf, ob die Ordnung in der Sache selbst begründet ist. Selbst bei denjenigen, die ein natürliches System annahmen, geht es immer nur um die beste Reihenfolge der Vermittlung der Tatsachen, nicht um die Ordnung der Tatsachen selbst. Keinesfalls wird zudem erwähnt – geschweige denn diskutiert –, wie man theoretische Chemie, also das Ordnen der

Tatsachen, praktiziert. Dies trifft auch auf Götting zu, dessen *Handbuch der theoretischen und praktischen Chemie* (1798–1800) den Anfangspunkt dieser eigenständigen theoretischen Chemie darstellt. Wird das als dritter Band angefügte *Handbuch der Pharmazie* außer Acht gelassen, so repräsentieren die beiden ersten Bände die Abtrennung der theoretischen (systematischen) Chemie von der praktischen. Auch wenn beide noch Teile eines Werkes sind – immerhin beinhaltet ja die Vorlesung zu der Chemie auch noch theoretische und praktische Chemie – so rechtfertigt Götting die Trennung didaktisch. Man müsse erst die Stoffe und Verfahren kennen, ehe man mit ihnen praktisch zu tun habe.

Warum die Autoren entsprechender Lehrbücher ihre eigene Leistung negierten und sich hinter der Didaktik versteckten, bleibt offen. Am plausibelsten scheint, dass sie die epistemologische Trennung von Forschung und Lehre schon voraussetzten. Moderne Wissenschaft basiert schließlich auf der stillschweigenden Übereinkunft, dass es sich bei der Lehre um die bloße Vermittlung des in der Forschung schon gesicherten Wissens handelt. Ob dies der Hintergrund der Präsentation der theoretischen Chemie als Nur-Lehre ist, kann offensichtlich aus genau diesem Grund nicht durch explizite Quellen belegt werden. Es scheint jedoch so, als würden die Tatsachen gerade deshalb als bloße Informationen und in einer bloß didaktisch sinnvollen Ordnung zusammengefasst, um genau diesen Status einzelner, ewiger Tatsachen nicht mehr anzutasten. Die Legitimierung von theoretischer Chemie geschah also – paradoxerweise – gerade dadurch, dass ihr eigener Forschungsstatus negiert wurde. Außerdem hatten die Autoren mit der rein didaktischen Präsentation eine Partizipation an der Chemie als Wissenschaft gefunden, die ihrer beruflichen Hauptbeschäftigung, der Lehre, voll entsprach: Theoretische Chemie, so scheint es, galt zwar „nur“ als Didaktik, dafür aber als eine professionelle Tätigkeit. Die vorausgesetzte Trennung von Forschung und Lehre bestand für die Genese von theoretischer Chemie jedoch nicht, denn ohne die Lehrpraxis hätte es gar keine theoretische Chemie geben können. Nur auf der Ebene der Lehre bestand somit eine wirkmächtige Verbindung zur Medizin. Die Etablierung und Kanonisierung eines als theoretisch bezeichneten Wissenskorpus in Verbindung mit einem wohldefinierten und in seiner Grundstruktur nicht in Frage stehenden Spektrums entsprechender Vorlesungen machte aus der Medizin erst ein professionelles wissenschaftliches Fach mit hohem intellektuellen und sozialen Ansehen. Sie konnte auf diese Weise Vorbild für die Etablierung von Chemie als einem ebensolchen eigenständigen akademischen Fach sein. Ähnliches gilt auch für die Physik, deren größte Sicherheit in ihrem überregional sehr einheitlichen Lehrgegenstand bestand. Weder die Fakultätszugehörigkeit noch eine inhaltliche Bindung an diese beiden Nachbarfächer war für die Chemie maßgeblich, sondern die Mechanismen einer universitär ausgerichteten Wissenschaft als solche.

Synthese: ein sozio-epistemologisches Diagramm

Bislang wurden die Bereiche Arbeit, Lehre und Forschung jeweils paarweise aufeinander bezogen. Es zeigten sich auf diese Weise verschiedene Techniken der Vermittlung in Form unterschiedlicher hybrider Medien: der *Almanach*, die Probierkabinette und der Studierofen, das pharmazeutische Privatinstitut, das Konzept der chemischen Tatsache und die Lehrbücher. Diese führten keineswegs zu einer Homogenisierung von Göttings chemischer Praxis, wohl aber zu spezifischen Bezügen zwischen den Bereichen. Ihre enge Verbindung, die sich in der historischen Analyse zeigt, muss nicht notwendigerweise Göttings normativer Auffassung von Chemie als Wissenschaft entsprochen haben. Wird der dreistufige Erkenntnisprozess Scherers als weitgehend allgemeingültig für die akademischen Chemiker im deutschsprachigen Raum um 1800 angenommen – und nichts deutet darauf hin, dass Götting eine grundlegend andere Epistemologie vertreten hätte –, so zeigt sich eine Spannung zwischen der Vermischung der Bereiche und dem Ideal von Chemie als Wissenschaft. Das folgende sozio-epistemologische Diagramm (siehe Abb. 2) soll dies verdeutlichen. Es ist selbst vielschichtiger Art, denn die drei oberen Ebenen ergaben sich aus der historischen Analyse, während die untere die normative Selbstsicht der Akteure wiedergibt.

Die erste Zeile enthält die Berufsgruppen, die zweite Zeile die Formen der chemischen Praxis, die dritte Zeile die Techniken der Vermittlung und die vierte Zeile die explizite Epistemologie (vor allem nach Scherer 1795) mit Forschung (oben, von links nach rechts) und Lehre (unten, von rechts nach links). Die Begriffe in Anführungszeichen sind zeitgenössische Begriffe, der Begriff „Apotheker-Chemiker“ stammt von Ursula Klein (2007a).

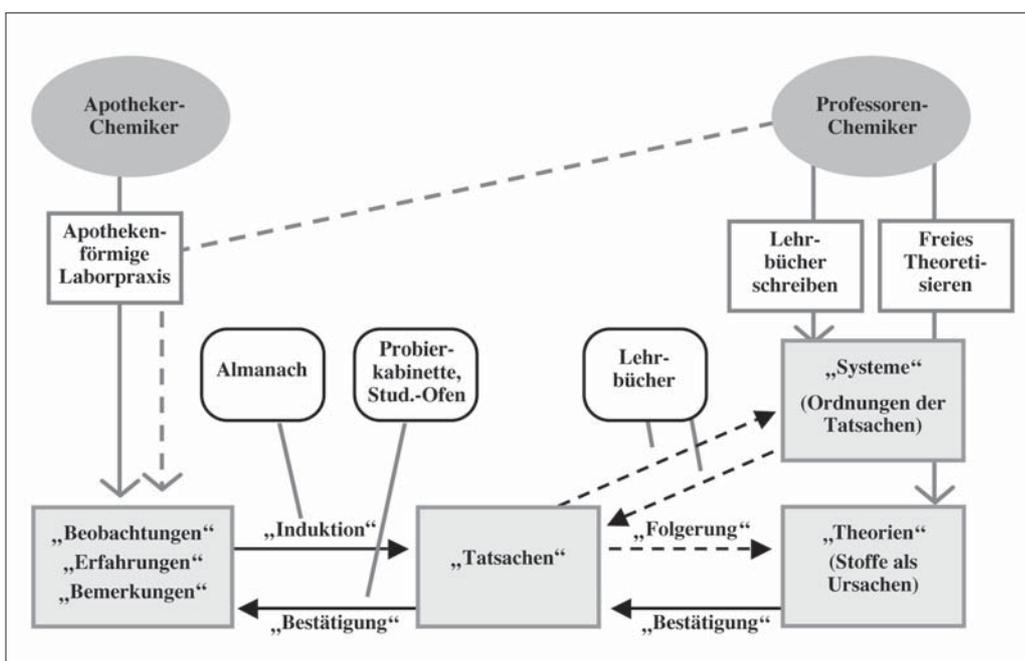


Abb. 2: Sozio-epistemologisches Diagramm der Chemie im deutschsprachigen Raum um 1800.

Die drei verschiedenen Formen, Beiträge zur Chemie als Wissenschaft zu liefern, wurden den Bereichen Arbeit und Lehre, repräsentiert durch die sozialen Gruppen der Apotheker-Chemiker beziehungsweise der Professoren-Chemiker, zugeordnet. Die erste Form der Produktion von Beobachtungen, Erfahrungen und ‚Bemerkungen‘ (die erste erkenntnistheoretische Stufe) in der apothekenförmigen Laborpraxis wurde hauptsächlich von den Apotheker-Chemikern ausgeführt, aber auch von anderen Gruppen wie Studenten, Lehrern oder den Professoren, sofern die dafür erforderliche technische Ausstattung über das Apothekenlabor hinaus verfügbar war. Die zweite und dritte Form chemischer Praxis, das freie Theoretisieren und das Schreiben von Lehrbüchern, war weitgehend Sache der Professoren-Chemiker. Die Ergebnisse der zweiten Form, Theorien, entsprachen schließlich der dritten erkenntnistheoretischen Stufe. Die Ergebnisse der dritten Form – Systeme von Tatsachen – gehören zwar insofern zur dritten Stufe, als auch hier die chemischen Tatsachen weiterverarbeitet werden. Da die entsprechenden Systeme jedoch, wie gesehen, als bloß didaktisch motiviert dargestellt werden, kommt diese Form in der expliziten Epistemologie konsequenterweise nicht vor.

Implizit finden sich die hybriden Medien nun als Techniken der Vermittlung zwischen den drei Stufen innerhalb der Epistemologie und damit zwischen den Bereichen der Chemie als Arbeit und als Lehre wieder. Dies betrifft zunächst den Weg von links nach rechts, im Selbstverständnis der Chemiker also die Forschungstätigkeit (vgl. Abb. 2). Göttings *Almanach* ermöglichte durch die ‚Bemerkungen‘ den Übergang von den Beobachtungen zu den Tatsachen. Die Lehrbücher der Chemie ermöglichten den Übergang von Tatsachen zu Systemen. Für den Übergang zu den Theorien hingegen gab es kein spezifisches Medium. Es handelte sich also auch insofern um ein freies Theoretisieren, als es weder hinsichtlich der Berufsgruppen noch der technischen Voraussetzungen Einschränkungen gab. Wer nur irgendwie mittels Lehrbüchern oder Fachzeitschriften Zugang zu den chemischen Tatsachen hatte, konnte diese Form praktizieren.

Aber die hybriden Medien dienten auch der Vermittlung in die andere Richtung, von rechts nach links, die im Selbstverständnis der Chemiker die Lehre ausmachte. Es waren zum einen dieselben Lehrbücher, die durch die Systematisierung den Studenten die chemischen Tatsachen erst zugänglich machten. Für den Übergang von den Tatsachen zu den Beobachtungen waren die Probierkabinette (insofern sie in der Lehre verwendet wurden) und der Studierofen relevant, weil sie es ermöglichten, die allgemeinen Tatsachen ohne weitere Zwischenschritte zu veranschaulichen.⁵² Die entscheidende Frage ist nun, ob die Zuordnungen zu sozialen Gruppen, Formen der Chemie als Wissenschaft und die Stufen der Epistemologie eine der historischen Analyse oder eine der Selbstsicht ist. Anders ausgedrückt: Stellt die horizontale Trennung zwischen drei vertikal kohärenten Blöcken ein Ideal von Chemie als Wissenschaft dar oder eine historische Wirklichkeit? Handelt es sich um

normative Zuordnungen durch die Akteure oder um deskriptive Zuordnungen als Resultat der historischen Analyse? Diese Frage ließe sich in beide Richtungen beantworten. Denn einerseits waren die verschiedenen Formen der chemischen Praxis auf beide maßgebliche soziale Gruppen verteilt. Andererseits zeigt Göttings Fall, dass dies auch das Ziel der Professoren-Chemiker gewesen war. Die Trennung bestand nicht selbstverständlich, sondern erforderte sozio-epistemologisches *boundary-work*.⁵³ Besonders deutlich wird dies, wenn Götting sich in seinem *Almanach* ausdrücklich verbat, weiterhin unaufgefordert lange Artikel theoretischen Inhalts zugesandt zu bekommen (1789: 176–181). Vielleicht ist es kein Zufall, dass Götting dies genau dann schrieb, als er selber Professor wurde. Auf die Bereitstellung von ‚Bemerkungen‘ seitens der Apotheker war die Chemie angewiesen, aber das machte – aus Sicht der Professoren – aus den Apothekern noch lange keine Chemiker.

Wie passt nun aber die oben beschriebene Epistemologie zur Realität in der chemischen Praxis? Auch hier sind beide Richtungen zu berücksichtigen. Auf der einen Seite steht die Epistemologie für bestimmte Praxisformen in der Chemie der Zeit. Dies gilt insbesondere für die erste und die dritte Ebene. Die Epistemologie scheint geradezu so konstruiert worden zu sein, dass sie auf die gesellschaftliche und wissenschaftliche Situation in den deutschsprachigen Ländern passt. Man beachte etwa, dass so etwas wie Experimentalchemie (analog zur durchaus existierenden Experimentalphysik) nicht vorgesehen war. Auch dies entspricht der sozialen Realität, spielte doch Experimentalchemie im Sinne einer gezielt auf Naturerkenntnis ausgerichteten Laborpraxis nur in Ausnahmefällen eine Rolle. Die experimentelle Auseinandersetzung um Lavoisiers Theorie der Verbrennung war eine solche Ausnahme, und sie zeigt deutlich den in Deutschland fehlenden Experimentalstandard.⁵⁴

Auf der anderen Seite entspricht die Epistemologie einer stufenweisen Erkenntnisgewinnung nicht eindeutig der historischen Praxis. Dies wird schon dadurch deutlich, dass sie eine mittlere Ebene enthält, der keine Form chemischer Praxis und keine soziale Gruppe zuzuordnen ist. Die mittlere Ebene der Tatsachen dokumentiert die Trennung der Bereiche im Diagramm besonders sinnfällig. Diese mittlere Ebene erscheint jedoch für die Etablierung von Chemie als Wissenschaft von großer Bedeutung. Sie erlaubt es, einerseits den Input der ‚Bemerkungen‘ von außen zuzulassen, andererseits aber die dazugehörige Praxis aus dem Bereich der Chemie als Wissenschaft auszugrenzen. Tatsachen wurden der Natur, nicht einer bestimmten Praxis zugeordnet. Die Induktion der Tatsachen aus den Beobachtungen wurde nirgends thematisiert, als wäre die Identifikation der Tatsachen selbst keine originäre wissenschaftliche Leistung. Die Tatsachen wurden von Scherer als „ewig“ bezeichnet, Johann Wolfgang Döbereiner (1780–1849) sah in ihnen gar den „Inbegriff“ der Chemie als Wissenschaft (1816: 7). Damit wurden sie von den ‚Bemerkungen‘ genau unterschieden, die so zum Rohmaterial degradiert wurden. Auf der anderen Seite befassten sich die Professoren in

der zweiten und dritten Stufe nur noch mit den Tatsachen, nicht mehr mit den Beobachtungen. Die akademische chemische Wissenschaft hing somit nicht mehr unmittelbar von den Bereichen der – aus ihrer Sicht – bloß „angewandten“ Chemie ab.⁵⁵ Das Konzept der chemischen Tatsachen verband beide Bereiche und trennte sie zugleich.

Dazu sollen noch zwei Beispiele aus Hunderten in Scherers Lehrbuch angeführt werden. Zu den „reinen Laugensalzen“ notierte er die Tatsache: „Sie lösen sich auch in kaltem Wasser vollkommen auf und ziehen im trocknen Zustande sehr begierig die Feuchtigkeit aus der Luft in sich.“ Durch die folgende Beobachtung wird sie bestätigt: „Ein kleines Stück trocknes Laugensalz setze man in einer kleinen Schaale an irgend einem Orte hin; nach einigen Tagen wird es ganz zu Wasser zerflossen sein.“ (Scherer 1795: 133) Zu der Tatsache zum Phosphor schrieb er: „Wird er bis zum 76° Fahrenheit beym Zutritt der atmosphärischen Luft erhitzt, so entzündet er sich, verbrennt mit einer stark glänzenden Flamme und einem knoblauchartigen erstickendem Dampfe“. Scherer setzte die bestätigende Beobachtung hinzu: „Trägt man ein kleines Stück Phosphor in eine bis zum 76° bis 90° Fahr. erhitzte Schaale, so bricht er in eine helle Flamme aus.“ (Ebd.: 119f.)

Aus heutiger Sicht ist kein prinzipieller Unterschied zwischen Beobachtungen und Tatsachen mehr erkennbar. Um so ernster ist es zu nehmen, dass die Chemiker um 1800 hier so genau unterschieden. Es geht in der historischen Analyse schließlich weder darum, ob diese Epistemologie sinnvoll ist, noch darum, ob sie tatsächlich befolgt wurde. Es geht vielmehr um ein besseres Verständnis der Funktion der Epistemologie für Chemie als Wissenschaft, und hier hatte die durch die mittlere Ebene vorgenommene Trennung offenbar einen Zweck. Dies ist wohl gemerkt ganz aus Sicht der Professoren-Chemiker gedacht, denn diese hatten die dreistufige Epistemologie immerhin erfunden. Die sozio-epistemologische Konstruktion war eine der Professoren, nicht der Apotheker.⁵⁷ Wie alle Identitätsbildungen wurde auch die Herausbildung von Chemie als Wissenschaft unter anderem performativ vollzogen. Gerade die Dreistufigkeit war für das Selbstbild von Chemie als Wissenschaft nicht nur angemessen, sondern auch wirksam. Die Epistemologie entsprach nicht nur der tatsächlichen Praxis, sondern trug auch zu ihrer Etablierung bei. Die als methodologisch begründet dargestellte Arbeitsteilung wurde so um 1800 überhaupt erst realisiert. Denn noch war der Alleinvertretungsanspruch seitens der Professoren auf Chemie als Wissenschaft nicht selbstverständlich.

Danksagung

Die Arbeit entstand mit finanzieller Unterstützung der *Deutschen Forschungsgemeinschaft* im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 482 „Ereignis Weimar – Jena. Kultur um 1800“. Für

wertvolle Hinweise und Diskussionen zu früheren Versionen des Manuskripts danke ich Thomas Bach, Olaf Breidbach, Peter Hallpap, Ursula Klein, Michael Markert, Rita Schwertner, Daniel Ulbrich, Bettina Wahrig, Heiko Weber sowie zwei anonymen Gutachtern.

Anmerkungen

- 1 Für erste Arbeiten zur Entwicklung des Lehrprogramms an der Universität Jena siehe Hallpap 2004, Stolz/Hallpap 2005, Frercks 2008.
- 2 Dabei ist jedoch zu bedenken, dass die monatlich erscheinenden *Chemischen Annalen* als Fortführung des 1778 gegründeten *Chemischen Journals für die Freunde der Naturlehre, Arzneylehre, Haushaltungskunst und Manufacturen*, das 1781 in *Die neuesten Entdeckungen in der Chemie* umbenannt wurde, anzusehen sind. Dennoch ist es bemerkenswert, dass Crell für die *Chemischen Annalen* mehr Beiträge zugesandt bekam, als er abdrucken konnte, weswegen er ab 1785 zusätzlich die *Beyträge zu den chemischen Annalen* herausgab.
- 3 Man beachte die geringe Überschneidung der betrachteten Zeiträume in den maßgeblichen Arbeiten zur Fachgemeinschaft und zur Professionalisierung der Chemie im deutschen Sprachraum. Für die Entstehung der *chemical community* betrachtet Hufbauer (1982) den Zeitraum 1720 bis 1795, während für die Entstehung einer *chemical profession* Gustin (1975) 1790 bis 1867 und Homburg (1998, 1999) 1780 bis 1870 (bzw. 1860) als relevanten Zeitraum erachtet.
- 4 Für die Berliner Apotheker-Chemiker hat Engel (2002) dieses Spannungsverhältnis untersucht.
- 5 Nimmt man die Beiträge zu Crells *Chemischen Annalen* als Kriterium für die Zugehörigkeit zur *chemical community*, so zeigt sich dies deutlich. Von den acht aktivsten Beitragern, nämlich Johann Christian Wiegleb (1732–1800), Martin Heinrich Klaproth (1743–1817), Justus Christian Heinrich Heyer (1746–1821), Johann Friedrich Gmelin (1748–1804), Johann Friedrich Westrumb (1751–1819), Franz Carl Achard (1753–1821), Friedrich Albrecht Carl Gren (1760–1798) und Sigismund Friedrich Hermbstaedt (1760–1833), hatten Wiegleb, Klaproth, Heyer, Westrumb, Gren und Hermbstaedt eine Apothekerausbildung, und bis auf Gren übten sie ihren Beruf zur Zeit Göttings auch noch aus. An höheren Bildungseinrichtungen unterrichteten zur Zeit Göttings Wiegleb (pharmazeutisches Privatinstitut), Klaproth (*Collegium medico-chirurgicum*, Bergakademie, Artillerie-Akademie), Gmelin (Universität), Gren (Universität) und Hermbstaedt (pharmazeutisches Privatinstitut, *Collegium medico-chirurgicum*, Bergakademie), siehe Hufbauer 1982: 88, Anhang 1). Zur Entwicklung im 19. Jahrhundert siehe Hickel 1978.
- 6 S. auch Beyerlein 1991.
- 7 Dies gilt zumindest für Johann Wolfgang Döbereiner (1780–1849) in Jena, siehe Frercks 2008.
- 8 Für den speziellen Fall der Diskussion um Lavoisiers Chemie ist der Zusammenhang zwischen Chemie als Forschung und Lehre untersucht in Frercks 2006.
- 9 Zu Göttings Werk siehe grundlegend und umfangreich Aigner 1985.
- 10 In dieser Hinsicht folgt die Analyse der selten beachteten Anweisung Kuhns (1976: 191), die Untersuchung mit der Abgrenzung der *scientific community* zu beginnen und erst danach das von ihr befolgte Paradigma zu identifizieren.
- 11 S. vorläufig Porter 1981, Weyer 1992, Klein 1994. Viel versprechend ist hier das DFG-Projekt „Staat, Bergbau und Bergakademie. Die Ausbildung von Bergbauexperten in Sachsen und im Habsburgerreich im 18. Jahrhundert“ an der Universität Regensburg und der Technischen Universität Bergakademie Freiberg, aus dem jedoch noch keine Publikationen hervorgegangen sind.
- 12 Neben den hier interessierenden chemischen Arbeiten (Analyse und Synthese einfacher

- anorganischer Verbindungen) gab es selbstverständlich weiterhin originär pharmazeutische Arbeiten, etwa das Zusammenmischen von Stoffen zu Pillen und Salben.
- 13 Die Daten zur Biographie Göttlings stammen aus Stolz 1993. Demgegenüber liefern Habrich (1975), Kohl (1993, 2002), Schneider (1955), Stolz (1991, 2003) keine weiteren Informationen. Zeitgenössische Biographien bieten Hoffmann (1809) und Schmitson (1811). Zu den universitätspolitischen Aspekten von Göttlings Karriere sind nach wie vor maßgeblich Gutbier 1926: 6–10, 33–41, Döbling 1928: 1–16, Schiff 1929. Zur Universitätspolitik Sachsen-Weimar-Eisenachs um 1800 hinsichtlich der Naturwissenschaften siehe Schmid 1979, Müller/Ries/Ziche 2001, Müller 2006. Die Angaben zum Geburtsdatum Göttlings sind in der Literatur uneinheitlich, die hier verwendeten Angaben stammen aus der am Sonderforschungsbereich 482 „Ereignis Weimar – Jena. Kultur um 1800“ erstellten prosopographischen Datenbank, basierend auf den Kirchenbüchern der Stadtkirche Jena von 1770 bis 1820.
 - 14 Weitgehend vollständige Listen von Göttlings Publikationen finden sich in Schmitson 1811 und in Aigner 1985.
 - 15 Zum Vergleich: In Jena kostete nach Wiedeburg 1770 ein Studentenzimmer 6 bis 24 Reichstaler pro Jahr, ein täglicher Mittagstisch 25 bis 50 Reichstaler pro Jahr, ein Buch (Oktavformat) 1 bis 2 Reichstaler, 3 Pfund Brot 1 Groschen (1/24 Reichstaler) und eine Flasche Wein 4 bis 20 Groschen.
 - 16 Einen Hinweis darauf, dass dem so war, liefert ein Schreiben Goethes vom 2. Dezember 1810 an die Witwe Göttlings im Zusammenhang mit dem Verkauf der Bücher- und Instrumentensammlung Göttlings an den Staat zugunsten von dessen Nachfolger Johann Wolfgang Döbereiner (1780–1849). Darin heißt es: „Nur muß man dabey die Bedingung machen, daß alles an Ort und Stelle bleiben könne, bis gedachter Herr Professor seine Wohnung verändert, und der Apparat sowohl als die Bücher, nach dem neuen, im Herzoglichen Schlosse einzurichtenden Local gebracht werden können; welches vielleicht Ostern, vielleicht Johannis geschehen kann.“ (Goethe 1999: 659)
 - 17 Wilhelmina Emilia, geb. 12. Dezember 1790, gest. 4. November 1806; Carl Wilhelm, geb. am 19. Januar 1793; Sophia Albina, geb. 6. September 1799. Die Lebensdaten der Mutter sind nicht bekannt. Quelle: Datenbank, wie Anm. 13.
 - 18 Darauf hat schon Wahrig hingewiesen (2003: 18).
 - 19 Dies geht aus zwei anonymen Rezensionen des *Almanachs* in der *Allgemeinen Deutschen Bibliothek* (50, 1782: 178–180; 51, 1783: 423–425) hervor. Ob damit auch eine Differenz im Preis verbunden war, war nicht zu ermitteln.
 - 20 Vgl. etwa zu Crells *Chemischen Annalen* Hufbauer 1982 und zu Grens *Journal der Physik* Seils 1995.
 - 21 Die rechtlichen Aspekte der gezielten Verbesserung von Herstellungsverfahren von Arzneimitteln sind unübersichtlich. Grundsätzlich durften Arzneimittel nur nach den Rezepten in der jeweils gesetzlich festgelegten Pharmakopöe (dem amtlichen Arzneibuch) hergestellt werden. Wie ist es dann zu verstehen, dass das Experimentieren mit und an diesen Verfahren den Hauptbeitrag der pharmazeutischen Forschung in den Apotheken darstellt, wie Dilg (2000) gezeigt hat? Vier Erklärungen bieten sich an. Erstens galten in den verschiedenen Territorien verschiedene Pharmakopöen (in manchen war überhaupt keine Pharmakopöe als verbindlich festgelegt), und es ist nicht davon auszugehen, dass diese immer streng befolgt wurden. Dies mag die überregional kommunizierenden Apotheker zu einer von den einzelnen Pharmakopöen unabhängigen Praxis verleitet haben. Dies gilt zumal dann, wenn – zweitens – die verbesserten Verfahren nur ausprobiert und als Versuche veröffentlicht wurden, also (noch) nicht für die Produktion von Arzneimitteln eingesetzt wurden. Auch waren Pharmakopöen oft die nachträgliche Festschreibung in der Praxis schon eingebürgerter neuer Verfahren. Drittens waren die Angaben in den Pharmakopöen oft sehr allgemein. Wenn etwa die Herstellung durch Destillation vorgeschrieben war, konnte es darum gehen, mit welchem Ofen bei welcher Temperatur usw. dies am besten funktionierte, was dann Gegenstand von Forschung in Apotheken sein konnte. Und viertens gab es ohnehin einige Stoffe, die nicht „offizinell“ waren, deren Herstellungsverfahren also gar nicht vorgeschrieben waren. Zu diesen Aspekten siehe Schmauderer 1969, Friedrich 2000, Beisswanger 2003.
 - 22 Um ein besseres Verständnis davon, was in den geschilderten Verfahren geschah, zu ermög-

- lichen, werden unter Verwendung von Wittstein 1984, Schneider 1968, Römpf 1979–1988 bei der ersten Nennung der Stoffe ihre heute gebräuchlichen Bezeichnungen mit angeben. Dabei ist jedoch zu beachten, dass man um 1800 zwischen „Mischung“ und „chemischer Verbindung“ im heutigen Sinne nicht streng unterschied. Außerdem gab es eine gewisse Bandbreite der Variation in den Eigenschaften eines Stoffes. Wenn man bei Götting liest, „daß der weisse Quecksilberniederschlag wenn man ihn nach Wieglebs Vorschrift bereitet, so leicht gelb wird“ (*Almanach* 1795: 20), so wird ein heutiger Chemiker vermuten, dass ein anderer Stoff für die gelbe Farbe verantwortlich ist, während für Götting die gelbe Farbe zunächst eine unliebsame Eigenschaft dieses speziellen weißen Quecksilberniederschlags darstellte. Für Chemiker um 1800 mögen solche fast immer vorhandenen Verunreinigungen ein praktisches Problem dargestellt haben, aber keines, das das Konzept identifizierbarer Stoffe in Frage gestellt hätte. „Weisser Quecksilberniederschlag“: Quecksilberchlorid-Amid, $[\text{Hg}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}_2$ oder $\text{Hg}(\text{NH}_2)\text{Cl}$; „Luftvolles Pflanzen-Laugensalz“ = „Luftvolles vegetabilisches Pflanzenlaugensalz“: Kohlensaures Kali, K_2CO_2 ; „digeriren“: durch lange Erwärmung auflösen; „Mennige“: Blei(II,IV)-Oxid, Pb_3O_4 ; „Hahнемanns Weinprobe“: eine Lösung von Calciumsulfid, CaS , und Weinsäure, $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$, zur Probe auf Beimengung von Bleizucker.
- 23 „Arsenikauflösung“: Auflösung von Arsenik, vermutlich in Salzsäure; „Arsenik“: heute nur As_2O_3 , früher auch für As_4S_4 und As_2S_3 verwendet; „Salzsäure“: Lösung von Chlorwasserstoff, HCl , in Wasser; „Kupfersalmiak“: Ammoniumkupferchlorid, $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{CuCl}$, oder Kupferchlorid-Ammoniumchlorid, $\text{CuCl} + \text{NH}_4\text{Cl}$, oder Ammoniakalisches Kupfersulfat, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$; „Kupferkalk“: Kupferoxid, CuO ; „Ätzendes flüchtiges Laugensalz“: Ammoniak, NH_3 .
- 24 Diese Theorie ist nach wie vor am prägnantesten dargestellt in Rheinberger 1992.
- 25 Grundlegend dazu ist Pohl 1972.
- 26 Das Labor befand sich vermutlich in seinem neuen Wohnhaus in der Jenergasse.
- 27 Alle bis auf den ersten waren gleichzeitig an der Universität eingeschrieben, wie aus den Stammbüchern der Universität hervorgeht.
- 28 Es scheint so, dass Götting nicht so viele Schüler bekam, wie er hätte aufnehmen wollen. Natürlich ist es auch möglich, dass sich das Institut finanziell nicht lohnte oder Götting aus anderen Gründen keine neuen Schüler mehr aufnahm.
- 29 Zu diesen Probierkabinetten siehe auch Smeaton 1966, Aigner 1985: 175–185, Schwedt 2001 sowie zu Probierkabinetten in England Gee 1989.
- 30 3 Louisd'or = 15 Reichstaler.
- 31 Die Meldungen zu diesem Probierkabinett in den folgenden Jahren (*Almanach* 1790: 178–179, *Almanach* 1791: 186–191, *Almanach* 1794: 212, *Almanach* 1795: 215, *Almanach* 1800: 205–207) sowie die Vorrede zu der aktualisierten Anleitung zu seinem ersten Probierkabinett (Götting 1802: iv) zeigen, dass das Probierkabinett tatsächlich gekauft wurde. Die Abmessungen entsprechen 23,5 cm x 31,4 cm x 23,5 cm.
- 32 4 Dukaten = 11 Reichstaler.
- 33 Dieses zweite Probierkabinett ist angekündigt im *Intelligenzblatt der Allgemeinen Literatur-Zeitung*, Nr. 75, 1791: 619–623 und (hier zitiert) im *Almanach* 1792: 207f. Spätere Meldungen dazu finden sich im *Almanach* 1793: 203f., *Almanach* 1794: 212, *Almanach* 1795: 215, *Almanach* 1800: 205–207.
- 34 Wenngleich diese wiederum nur in der Kombination des Probierkabinetts selbst mit dem dazugehörigen Anleitungsbuch zu gebrauchen waren.
- 35 „Salzsäure“: s. Anm. 23; „Silberauflösung“: Auflösung von Silber, Ag , in Salpetersäure, HNO_3 . Der weiße Niederschlag ist Silberchlorid, AgCl .
- 36 Diese Charakteristik chemischer Analytik zeigt sich auch in den hybriden Begriffen „Darstellung“ (Repräsentation und Produktion) und „Spur“ (Hinweis und kleine Menge), siehe dazu Rheinberger 1992. Damit soll jedoch nicht gesagt sein, dass in der Praxis immer dieselben Verfahren für Analytik und Herstellung verwendet wurden.
- 37 Dies stellt wieder eine Ähnlichkeit zu Experimentalsystemen dar: Die Unterscheidung zwischen epistemischen und technischen Dingen ist nicht durch diese selbst begründet, sondern richtet sich danach, wie und mit welchen Vorannahmen sie eingesetzt werden.
- 38 „Flüchtige Schwefelleber“ = „Schwefelleberluft“: Schwefelwasserstoffgas, H_2S ; „Arsenik“:

- siehe Anm. 23; „Operment“: Arsensulfid (As_2S_3); „Schwefelleberluftwasser“: Lösung von Schwefelwasserstoffgas, H_2S , in Wasser.
- 39 Ähnlich galt auch die Reversibilität einer Reaktion als epistemisch wertvolles Kriterium. Wenn nach Hin- und Rückreaktion wieder die Ausgangsstoffe erhalten werden, zeigt dies, dass einem – kognitiv und materiell – in der Hinreaktion nichts entgangen ist. So blieb Götting skeptisch gegenüber Claude Louis Berthollets (1748–1822) Ansicht, dass „flüchtiges Laugensalz“ aus „phlogistisirter Luft“ und „entzündbarer Luft“ bestehe, weil Berthollet zwar die Analyse, nicht aber die Synthese gelungen sei (Almanach 1789: 72–74). „Flüchtiges Laugensalz“: siehe Anm. 23; „phlogistisirte Luft“: gasförmiger Stickstoff, N_2 ; „entzündbare Luft“: gasförmiger Wasserstoff, H_2 .
 - 40 Gleichzeitig wurde die analytische Chemie aber auch zum Ausgangspunkt der Trennung zwischen mit kleinen Mengen arbeitender akademischer Chemie und industrieller chemischer Produktion, mit einer entsprechend tiefgreifenden Aufspaltung der Ausbildungsgänge, s. Homburg 1999.
 - 41 Dies geht aus einer Mitschrift zu Göttings Chemievorlesung aus dem Wintersemester 1794/95 durch einen Studenten namens Pruningher hervor (Handschriftenabteilung der ThULB Jena: Ms. Prov. q. 104: 89).
 - 42 Nach Faselius (1793: 55) gab es in Jena zu dieser Zeit immerhin drei Apotheken, alle drei am Markt, nämlich die „Wilhelmische Hofapotheke“, die „Schwarzische Universitätsapotheke“ und die „Schaubische Rathsapotheke“.
 - 43 Dies ergab eine Analyse aller deutschsprachigen Lehrbücher zwischen 1775 und 1820, siehe ausführlicher dazu Frercks/Markert 2007. Explizit findet sich diese Epistemologie allerdings nur in wenigen Lehrbüchern.
 - 44 „Lebensluft“, synonym als „reine Luft“ bezeichnet: gasförmiger Sauerstoff, O_2 , nach Lavoisier eine Verbindung aus Sauerstoff und Wärmestoff.
 - 45 Von Götting auch „Stickstoffgas“ genannt: gasförmiger Stickstoff, N_2 , nach Lavoisier eine Verbindung aus Stickstoff und Wärmestoff.
 - 46 Letzteres Experiment war zeitgenössisch umstritten und gilt heute als fehlerhaft.
 - 47 Götting stimmte mit Lavoisier darin überein, dass Sauerstoffluft (bei Götting „Feuerstoffluft“) aus Sauerstoff und Wärmestoff (bei Götting „Feuerstoff“) besteht.
 - 48 Eine Verbindung zwischen dem freien Theoretisieren und der „theoretischen Chemie“ gab es aber doch. Beide beruhten auf der im Laufe des 18. Jahrhunderts etablierten Vorstellung von Elementen als mit der vorhandenen Technik nicht weiter zerlegbaren, materiellen Stoffen. Für das freie Theoretisieren waren die Elemente das Material, für die theoretische Chemie waren sie hingegen ein häufiges Ordnungskriterium.
 - 49 Auf die Bedeutung dieser neuen Selbstauffassung hat zuerst Christoph Meinel hingewiesen (1985).
 - 50 Selbstverständlich waren die jeweils neuen Ordnungen in unterschiedlichem Maße innovativ.
 - 51 Enzyklopädien über das gesamte Wissen der Chemie gab es nicht, und die chemischen Wörterbücher beruhten auf der denkbar unsystematischsten (wenn auch praktischen) Ordnung: der alphabetischen. Anders war dies in Frankreich, s. dazu Bertomeu-Sánchez u.a. 2002.
 - 52 Auf die Hypothese, dass die vermeintlich klare Trennung zwischen der Forschung (dem Hinweg von Beobachtungen über Tatsachen zu Theorien, ganz im Sinne des Induktivismus) und der Lehre (dem Rückweg der Bestätigung der Theorien durch die Tatsachen und der Tatsachen durch die Erfahrungen) selbst ein performativ wirksames Konstrukt einer Dialektik zwischen Forschung und Lehre ist, kann hier nicht näher eingegangen werden, s. dazu Frercks im Druck.
 - 53 Der Begriff findet sich erstmals in Gieryn 1983.
 - 54 S. Hufbauer 1982, Frercks 2006.
 - 55 S. zu diesem Selbstbild vor allem Meinel 1985.
 - 56 Auch „ätzende Laugensalze“ genannt: Natriumoxid, Na_2O , oder Kaliumoxid, K_2O .
 - 57 Dies ist natürlich dem hier verfolgten Erkenntnisinteresse geschuldet. Im Sinne einer symmetrischen Analyse wäre dies auch aus Sicht der Apotheker zu untersuchen. Allerdings

stellt dies, eben weil die publizierenden Apotheker nicht repräsentativ für die Apotheker insgesamt sind, auch ein Quellenproblem dar.

Literatur

- Aigner, Walter, 1985. *Die Beiträge des Apothekers Johann Friedrich August Göttling (1755–1809) zur Entwicklung der Pharmazie und Sauerstoffchemie*. München: Dissertation.
- Almanach oder Taschenbuch für Scheidekünstler und Apotheker*. Bde. 1–24 (1780–1803) herausgegeben von Johann Friedrich August Göttling, Bde. 25–40 (1804–1819) herausgegeben von Johann Bartholomäus Trommsdorff unter dem Titel *Chemisches Taschenbuch für Aerzte, Chemiker und Pharmaceuten*; Bde. 41–50 (1820–1829) herausgegeben von Johann Bartholomäus Trommsdorff unter dem Titel *Taschen-Buch für Chemiker und Apotheker*.
- Bachelard, Gaston, 1998 [1949]. *Le rationalisme appliqué*. Paris: Quadrige/PUF [3. Aufl.].
- Beisswanger, Gabriele, 2003. Der Arzneimittelmarkt um 1800. Arzneimittel zwischen Gesundheits-, Berufs- und Gewerbepolitik. In: Bettina Wahrig und Werner Sohn, Hg., *Zwischen Aufklärung, Policy und Verwaltung. Zur Genese des Medizinalwesens 1750–1850*. Wiesbaden: Harrassowitz Verlag, 147–161.
- Bertomeu-Sánchez, José Ramon/Garcia-Belmar, Antonio/Bensaude-Vincent, Bernadette, 2002. Looking for an Order of Things. Textbooks and Chemical Classifications in Nineteenth Century France. *Ambix. The Journal of the Society for the History of Alchemy and Chemistry*, 49, 227–250.
- Beyerlein, Berthold, 1991. *Die Entwicklung der Pharmazie zur Hochschuldisziplin (1750–1875). Ein Beitrag zur Universitäts- und Sozialgeschichte*. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.
- Dilg, Peter, 2000. Die Apotheke als Forschungsstätte. *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte*, 23, 303–315.
- Döbereiner, Johann Wolfgang, 1816. *Grundriß der allgemeinen Chemie zum Gebrauche bey seinen Vorlesungen entworfen*. Jena: Cröker.
- Döbling, Hugo, 1928. *Die Chemie in Jena zur Goethezeit*. Jena: Fischer.
- Engel, Michael, 2002. Zwischen Beruf und Berufung. Klaproth, Hermbstädt, Rose, Gehlen. Aus dem chemischen Alltag zwischen 1775 und 1800 am Beispiel Berlins. In: Christoph Friedrich und Wolf-Dieter Müller-Jahncke, Hg., *Apotheker und Universität*. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 259–283.
- Fasellius, Johann Adolph Leopold, 1793. *Kurze Beschreibung von Jena für Reisende und Studierende. Zu angenehmer und nützlicher Unterhaltung während ihres Aufenthalts daselbst*. Eisenach: Wittekindt.
- Frercks, Jan, 2006. Die Lehre an der Universität Jena als Beitrag zur deutschen Debatte um Lavoisiers Chemie. *Gesnerus. Swiss Journal of the History of Medicine and Sciences*, 63, 209–239.
- Frercks, Jan, 2008. Lehrveranstaltungen der Chemie an der Universität Jena von 1750 bis 1850. Eine statistische Analyse. In: Thomas Bach, Jonas Maatsch und Ulrich Rasche, Hg., *Gelehrte Wissenschaft*. Stuttgart: Steiner, 151–173.
- Frercks, Jan, im Druck. Epistemisches Theater. Die Dialektik von Forschung und Lehre bei Vorlesungsvorführungen in der Chemie um 1800. In: Sabine Schimma und Joseph Vogl, Hg., *Versuchsanordnungen 1800*. Zürich: diaphanes Verlag.
- Frercks, Jan/Markert, Michael, 2007. The Invention of Theoretische Chemie. Forms and Uses of German Chemistry Textbooks, 1775–1820. *Ambix. The Journal of the Society for the History of Alchemy and Chemistry*, 54, 146–171.
- Friedrich, Christoph, 2000. Pharmakopöen. Spiegel der pharmazeutischen Technologie. *Pharmazeutische Zeitung*, 145, 2122–2127.
- Gee, Brian, 1989. Amusement Chests and Portable Laboratories. Practical Alternatives to the Regular Laboratory. In: Frank A. J. L. James, Hg., *The Development of the Laboratory. Es-*

- says on the Place of Experiment in Industrial Civilization*. Basingstoke: MacMillan Press, 37–59.
- Gieryn, Thomas F, 1983. Boundary-work and the Demarcation of Science from Non-science. Strains and Interests in Professional Ideologies of Scientists. *American Sociological Review*, 48, 781–795.
- Goethe, Johann Wolfgang, 1999. *Amtliche Schriften*. Herausgegeben von Irmtraut Schmid und Gerhard Schmid. In: *Sämtliche Werke, Briefe, Tagebücher und Gespräche*. Bd. 27. Frankfurt a. M.: Deutscher Klassiker-Verlag.
- Göttling, Johann Friedrich August, 1790. *Vollständiges chemisches Probir-Cabinet zum Handgebrauche für Scheidekünstler, Aerzte, Mineralogen, Metallurgen, Technologen, Fabrikanten, Oekonomen und Naturliebhaber. Erster Theil. Untersuchungen auf dem nassen Wege*. Jena: Mauke.
- Göttling, Johann Friedrich August, 1792. *Versuch einer physischen Chemie für Jugendlehrer bey dem Unterricht, wie auch Gebrauchsanleitung der Sammlung chemischer Präparate zu unterhaltenden und nützlichen Versuchen für Liebhaber der physischen Scheidekunst*. Jena: Mauke.
- Göttling, Johann Friedrich August, 1794–1798. *Beytrag zur Berichtigung der antiphlogistischen Chemie, auf Versuche gegründet*. 2 Bde. Weimar: Hoffmans Witwe und Erben.
- Göttling, Johann Friedrich August, 1795. Etwas über den Stickstoff und das Leuchten des Phosphors in der Stickluft. *Neues Journal der Physik*, 1, 1–15.
- Göttling, Johann Friedrich August, 1798–1800. *Handbuch der theoretischen und praktischen Chemie*. 3 Bde. Jena: Akademische Buchhandlung.
- Göttling, Johann Friedrich August, 1802. *Praktische Anleitung zur prüfenden und zerlegenden Chemie*. Jena: Mauke.
- Gustin, Bernard Henry, 1975. *The Emergence of the German Chemical Profession, 1790–1867*. Dissertation, University of Chicago.
- Gutbier, Alexander, 1926. *Goethe, Großherzog Carl August und die Chemie in Jena*. Jena: Fischer.
- Habrigh, Christa, 1975. Göttling, Johann Friedrich August. In: Wolfgang-Hagen Hein und Holm-Dietmar Schwarz, Hg., *Deutsche Apotheker-Biographie*. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 216–218.
- Hagen, Karl Gottfried, 1790. *Grundriß der Experimentalchemie. Zum Gebrauch bey dem Vortrage derselben*. Königsberg/Leipzig: Hartung [2. Aufl.].
- Hallpap, Peter, 2004. Die Ära Ludwig Knorr in der Chemie an der Universität Jena. In: Peter Hallpap, Hg., *Geschichte der Chemie im 20. Jahrhundert. Materialien 1: Erste Hälfte des Jahrhunderts*. Jena: Friedrich-Schiller-Universität Jena, 1–18.
- Herz, Hans, 1989. *Von Schillers Berufung bis Fichtes Entlassung. Vorlesungen an der philosophischen Fakultät der Universität Jena 1789–1799*. Jena: Universität Jena.
- Hickel, Erika, 1978. Der Apothekerberuf als Keimzelle naturwissenschaftlicher Berufe in Deutschland. *Medizinhistorisches Journal*, 13, 259–276.
- Hoffman, Carl August, 1809. Nekrolog. *Journal der Pharmazie für Ärzte und Apotheker*, 18, 337–342.
- Holmes, Frederic L., 1989. The Complementarity of Teaching and Research in Liebig's Laboratory. *Osiris*, 5, 121–164.
- Homburg, Ernst, 1998. Two Factions, One Profession. The Chemical Profession in German Society 1780–1870. In: David Knight und Helge Kragh, Hg., *The Making of the Chemist. The Social History of Chemistry in Europe, 1789–1914*. Cambridge: Cambridge University Press, 39–76.
- Homburg, Ernst, 1999. The Rise of Analytical Chemistry and its Consequences for the Development of the German Chemical Profession (1780–1860). *Ambix. The Journal of the Society for the History of Alchemy and Chemistry*, 46, 1–32.
- Hufbauer, Karl, 1982. *The Formation of the German Chemical Community (1720–1795)*. Berkeley/Los Angeles/London: University of California Press.
- Klein, Ursula, 1994. *Verbindung und Affinität. Die Grundlegung der neuzeitlichen Chemie an der Wende vom 17. zum 18. Jahrhundert*. Basel u.a.: Birkhäuser.

- Klein, Ursula, 2007a. Apothecary-Chemists in Eighteenth-Century Germany. In: Lawrence M. Principe, Hg., *New Narratives in Eighteenth Century Chemistry*. Dordrecht: Springer, 97–137.
- Klein, Ursula, 2007b. Apothecary's Shops, Laboratories and Manufacture in Eighteenth-Century Germany. In: Lissa Roberts und Simon Schaffer, Hg., *The Mindful Hand. Inquiry and Invention from the Late Renaissance to Early Industrialisation*. Amsterdam: Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, 247–276.
- Klein, Ursula, 2008. Die technowissenschaftlichen Laboratorien der Frühen Neuzeit. *NTM*, Neue Serie 16, 1, 5–38.
- Kohl, Franz, 1993. Johann Friedrich August Göttling. Apotheker, Redakteur und Lehrer. *Pharmazeutische Zeitung*, 138, 3703–3708.
- Kohl, Franz, 2002. Johann Friedrich August Göttling (1753–1809). Ein wichtiger Schüler Wieglebs. In: Christoph Friedrich und Wolf-Dieter Müller-Jahncke, Hg., *Apotheker und Universalität*. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 285–297.
- Kuhn, Thomas S., 1976. *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*. Zweite revidierte und um das Postskriptum von 1969 ergänzte Auflage. Frankfurt a. M.: Suhrkamp .
- Meinel, Christoph, 1985. Reine und angewandte Chemie. Die Entstehung einer neuen Wissenschaftskonzeption in der Chemie der Aufklärung. *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte*, 8, 25–45.
- Meinel, Christoph, 1987. Zur Sozialgeschichte des chemischen Hochschulfaches im 18. Jahrhundert“. *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte*, 10, 147–168.
- Meinel, Christoph, 1994. Das Forschungslaboratorium und die Organisation des chemischen Hochschulunterrichts. In: Altfried Gram, Helmut Lindemann und Elke Sumfleth, Hg., *Naturwissenschaftsdidaktik*. Magdeburg: Westarp Wissenschaften, 187–206.
- Müller, Gerhard, 2006. *Vom Regieren zum Gestalten. Goethe und die Universität Jena*. Heidelberg: Winter.
- Müller, Gerhard/Ries, Klaus/Ziche, Paul, Hg., 2001. *Die Universität Jena. Tradition und Innovation um 1800*. Stuttgart: Steiner.
- Pohl, Dieter, 1972. *Zur Geschichte der pharmazeutischen Privatinstitute in Deutschland von 1779 bis 1873*. Marburg: Dissertation.
- Porter, Theodore M., 1981. The Promotion of Mining and the Advancement of Science. The Chemical Revolution of Mineralogy. In: *Annals of Science*, 38, 543–570.
- Rheinberger, Hans-Jörg, 1992. *Experiment, Differenz, Schrift. Zur Geschichte epistemischer Dinge*. Marburg: Basiliken-Press.
- Rheinberger, Hans-Jörg, 2004. Gaston Bachelard und der Begriff der „Phänomenotechnik“. In: Marc Schalenberg und Peter Th. Walther, Hg., „... immer im Forschen bleiben“. *Rüdiger vom Bruch zum 60. Geburtstag*. Stuttgart: Steiner, 297–310.
- Römpp, Hermann, 1979–1988. *Römpps Chemie-Lexikon*. 6 Bde. Stuttgart: Franck [8. Aufl., hg. v. Otto-Albrecht Neumüller].
- Scherer, Alexander Nicolaus, 1795. *Versuch einer populären Chemie*. Mühlhausen: Danner.
- Schiff, Julius, 1929. Chemie und Pharmazie an der Universität Jena zur Goethezeit. *Pharmazeutische Zeitung*, 74, 588–592.
- Schmauderer, Eberhard, 1969. Entwicklungsformen der Pharmakopöen. In: Ders., Hg., *Buch und Wissenschaft. Beispiele aus der Geschichte der Medizin, Naturwissenschaft und Technik*. Düsseldorf: VDI-Verlag, 187–287.
- Schmid, Irmtraud, 1979. *Die naturwissenschaftlichen Institute bei der Universität Jena unter Goethes Oberaufsicht*. Leipzig: Dissertation.
- Schmitson, Anton, 1811. *Johann Friedrich August Götting. Kurze Darstellung seines Lebens und seiner Verdienste*. Jena: o.A.
- Schneider, Wolfgang, 1955. Der Apotheker Götting. *Die pharmazeutische Industrie*, 17, 28–31.
- Schneider, Wolfgang, 1968. *Lexikon zur Arzneimittelgeschichte. Bd. 3: Pharmazeutische Chemikalien und Mineralien. Sachwörterbuch zur Geschichte der pharmazeutischen Chemie und Mineralogie*. Frankfurt a. M.: Govi-Verlag.
- Schwedt, Georg, 2001. *Chemische Probierkabinette*. Götting (Jena 1790) und Trommsdorff (Erfurt 1818). Seesen: HisChymia.

- Seils, Markus, 1995. *Friedrich Albrecht Carl Gren in seiner Zeit 1760–1798. Spekulant oder Selbstdenker?* Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.
- Smeaton, William Arthur Py, 1966. The Portable Chemical Laboratories of Guyton de Morveau, Cronstedt and Götting. *Ambix. The Journal of the Society for the History of Alchemy and Chemistry*, 13, 82–91.
- Stolz, Rüdiger, 1991. Überzeugter Praktiker und streitbarer Theoretiker. Johann Friedrich August Götting. *Geschichte der Pharmazie*, 43, 55–57.
- Stolz, Rüdiger, 1993. Johann Friedrich August Götting (1753–1809). Leben, Wirken und Bedeutung. *Haeckeliana. Abhandlungen zur Wissenschaftsgeschichte*, 2, 46–62.
- Stolz, Rüdiger, 2003. Götting, Johann Friedrich August. In: Ders., Hg., *Naturforscher in Mitteldeutschland. Bd. 1: Thüringen*. Jena/Quedlinburg: Bussert und Stadeler, 108–112.
- Stolz, Rüdiger/Hallpap, Peter, 2005. Die Ära Ludwig Knorr in der Chemie an der Universität Jena. In: Matthias Steinbach und Stefan Gerber, Hg., „Klassische Universität“ und „akademische Provinz“. *Studien zur Universität Jena von der Mitte des 19. bis in die dreißiger Jahre des 20. Jahrhunderts*. Jena/Quedlinburg: Bussert und Stadeler, 379–398.
- Wahrig, Bettina, 2003. Apotheke – Öffentlichkeit – Publikum. Zur Geschichte eines Dreiecksverhältnisses. In: Christoph Friedrich und Wolf-Dieter Müller-Jahncke, Hg., *Apotheke und Publikum*. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 9–28.
- Wiedeburg, Johann Ernst Basilius, 1770. *Oeconomische Nachrichten vor die Studirens halber hierher kommenden*. Jena: Heller.
- Weyer, Jost, 1992. *Graf Wolfgang II. von Hohenlohe und die Alchemie. Alchemistische Studien in Schloß Weikersheim, 1587–1610*. Sigmaringen: Thorbecke.
- Wittstein, Georg Christian, 1984 [1847–49]. *Vollständiges etymologisch-chemisches Handwörterbuch, mit Berücksichtigung der Geschichte und Literatur der Chemie. Zugleich als synoptische Encyclopädie der gesamten Chemie*. 3 Bde. Hildesheim/Zürich/New York: Olms [Erstausgabe München: Palm].

Jan Frercks
 Hochschule für Gestaltung Offenbach
 Schloßstraße 31
 D-63065 Offenbach am Main
 E-Mail: jan.frercks@t-online.de