

Nikos Psarros

# Die Chemie und ihre Methoden

Eine philosophische Betrachtung

 **WILEY-VCH**

Weinheim · New York · Chichester  
Brisbane · Singapore · Toronto

This Page Intentionally Left Blank

Nikos Psarros

**Die Chemie und ihre Methoden**

Eine philosophische Betrachtung

 **WILEY-VCH**

This Page Intentionally Left Blank

Nikos Psarros

# Die Chemie und ihre Methoden

Eine philosophische Betrachtung

 **WILEY-VCH**

Weinheim · New York · Chichester  
Brisbane · Singapore · Toronto

Priv.-Doz. Dr. Nikos Psarros  
Institut für Philosophie  
Universität Leipzig  
Burgstraße 21  
D-04109 Leipzig  
Psarros@rz.uni-leipzig.de

Das vorliegende Werk wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autor und Verlag für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung.

Titelbild: Mit freundlicher Genehmigung der BASF AG, Ludwigshafen.

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

**Psarros, Nikolaos:**

Die Chemie und ihre Methoden : eine philosophische Betrachtung /

Nikos Psarros. – Weinheim ; New York ; Chichester ; Brisbane ;

Singapore ; Toronto : Wiley-VCH, 1999

ISBN 3-527-29816-9

© WILEY-VCH Verlag GmbH, D-69469 Weinheim (Federal Republic of Germany), 1999

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Photokopie, Mikroverfilmung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden. Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen oder sonstigen Kennzeichen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, daß diese von jedermann frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige gesetzlich geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie nicht eigens als solche markiert sind.

All rights reserved (including those of translation into other languages). No part of this book may be reproduced in any form – by photoprinting, microfilm, or any other means – nor transmitted or translated into a machine language without written permission from the publishers. Registered names, trademarks, etc. used in this book, even when not specifically marked as such, are not to be considered unprotected by law.

Druck: Strauss Offsetdruck GmbH, D-69509 Mörlenbach

Bindung: Großbuchbinderei J. Schäffer, D-67269 Grünstadt

Printed in the Federal Republic of Germany

# Vorwort

In der Einleitung ihrer „*Logischen Propädeutik*“ bemerken WILHELM KAMLAH und PAUL LORENZEN, ihr Buch verfolge das Ziel, «die Disziplin des Denkens und Redens [herzustellen], die uns endlich ermöglichen würde, unsere hoffnungslos gegeneinander aufgefahrenen Standpunkte und Meinungen abzubauen und, in aller Ruhe sozusagen, miteinander, im vernünftigen Gespräch, einen neuen Anfang zu machen».\* Die von ihnen eingeschlagene Methode war es, den Weg des in der Alltagswelt ins Stocken geratenen Dialogs bis zu seinen lebensweltlichen Wurzeln zurückzuverfolgen und von dort Schritt für Schritt einen methodischen Neuanfang zu machen. Mittlerweile ist das in der „*Logischen Propädeutik*“ enthaltene Programm vor allem durch den LORENZEN-Schüler PETER JANICH und seine Mitarbeiter in Marburg fortgeführt und ausgeweitet worden. Die vorliegende Arbeit möchte sich in diese Tradition der methodischen Philosophie einordnen und in diesem Sinne als Beitrag verstanden werden, den Dialog in und über einen wichtigen Bereich unserer Lebenswelt, nämlich die *Wissenschaft Chemie*, wieder in Gang zu bringen.

Absicht dieser Arbeit ist es also, Vorschläge zur methodischen Rekonstruktion der chemischen Fachsprache zu unterbreiten, beginnend bei fundamentalen Fachbegriffen wie ‘Stoff’, ‘chemische Reaktion’ und ‘chemische Verbindung’. Sie richtet sich, wie die „*Logische Propädeutik*“, an die «enttäuschten Kenner», die das Bedürfnis verspüren, die Gründe – in unserem Falle – für die Auswahl des heute gültigen chemischen Fachvokabulars und gewisser für diese Wissenschaft grundlegender An- und Einsichten nachzuvollziehen. Darüberhinaus richtet sich diese Arbeit natürlich auch an den Anfänger, der einen “lebensnahen” Zugang in die Welt der Stoffe und der Stoffumwandlungen sucht, und an den Lehrer, dem es immer suspekt erschien, daß seine Schüler gerade das entdecken müssen, was von den jeweils gültigen chemischen Theorien als “wahr” ausgewiesen wird.

Aus dem Gesagten folgt, daß der Leser vom Inhalt der folgenden Kapitel keine Auskünfte über die neuesten Errungenschaften der chemischen Forschungsfront erwarten darf, sondern vielleicht etwas Neues über den A u f b a u der chemischen Fachsprache und ihren Bezug zu den Handlungen der Chemiker erfahren wird. Damit dies gelingt, wird er gebeten – wie der Leser der „*Logischen Propädeutik*“ – sich von den überkommenen Vorstellungen über die Chemie und ihre Gegenstände zu distanzieren, indem er «den Standpunkt einnimmt, daß er die W ö r t e r, die er dazu [zu ihrer Formulierung - NP] verwenden müßte, noch gar nicht zur Verfügung hab».

---

\* Alle Zitate sind aus W. Kamlah und P. Lorenzen, *Logische Propädeutik: Vorschule des vernünftigen Redens*, Mannheim (u.a.) 1973, entnommen worden.

Dieses Buch widme ich meinen Eltern als Dank für ihren Einsatz und ihre Opfer für meine Ausbildung.

Zu seinem Entstehen haben viele Umstände und Personen beigetragen: Es ist durch die großzügige Unterstützung durch ein Stipendium des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft und ein Habilitationsstipendium der Deutschen Forschungsgemeinschaft ermöglicht worden. Der Arbeitskreis um Prof. PETER JANICH in Marburg hat die Randbedingungen geschaffen, die für die Bewältigung dieser Aufgabe von entscheidender Bedeutung waren. Meinen Kollegen DIRK HARTMANN, ERWIN BAIER, PAUL BURGER, MATHIAS GUTMANN, GERD HANEKAMP, RAINER LANGE, WOLFGANG SCHONEFELD, W.H.E. SCHWARZ und MICHAEL WEINGARTEN möchte ich mich für die fruchtbaren Diskussionen, die konstruktive Kritik, die vielen wichtigen Hinweise und eine gute Arbeitsatmosphäre danken. Meiner Frau ELISABETH, PETER HENTZE und FRANK WEBER gebührt mein Dank für ihre Geduld, sich durch hunderte von Seiten "durchgebissen" und mit Akribie allen Fehlern nachgespürt zu haben.

Und last but not least bin ich meinem akademischen Lehrer Professor PETER JANICH zu großem Dank verpflichtet: Nicht nur weil er mir den Anstoß für diese Arbeit gegeben, sondern weil er mir eine ganz neue Sicht der Welt vermittelt hat.

Marburg, im Januar 1999

Nikos Psarros



# Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	V
1. Die Chemie als Gegenstand philosophischer Reflexion.....	1
1.1 Philosophie der Chemie – ein Desiderat?.....	1
1.2 Das philosophische Instrumentarium.....	6
1.3 Welt hinter (Atom)Gittern: Das naturalistische Bild der Chemie.....	7
1.4 To do is to be: Eine kulturalistische Alternative.....	11
1.4.1 Exkurs: Die chemiebezogene wissenschaftstheoretische Literatur im Spannungsfeld zwischen Naturalismus und Kulturalismus.....	13
1.5 Die methodische Rekonstruktion einer “Natur”wissenschaft.....	20
1.5.1 Die lebensweltliche Basis.....	20
1.5.2 Exkurs: Handlungen.....	21
1.5.3 Vom Handwerk zur Wissenschaft.....	22
1.5.4 Natur und Kultur.....	23
1.5.5 Das Prinzip der methodischen Ordnung.....	24
1.6 Der Aufbau einer wissenschaftlichen Fachsprache.....	25
2. Chemische Prototheorie Teil I: Basisbegriffe.....	27
2.1 Die lebensweltliche Basis der Chemie.....	27
2.2 Die ersten Fachwörter.....	28
2.3 Fest, flüssig und gasförmig.....	29
2.4 Materielle und substantielle Eigenschaften.....	31
2.4.1 Klassifikation der substantiellen Eigenschaften.....	33
2.5 Protochemische Operationen.....	36
2.6 Definitionen der üblichen protochemischen Operationen.....	37
2.7 Stoffe und Stoffklassen.....	38
2.7.1 Exkurs: Massentermini.....	40
2.8 Protochemische Operationen: Einteilung und methodische Ordnung.....	43
2.8.1 Normen.....	45
2.8.2 Herstellungsverfahren.....	46
2.8.3 Protochemische Operatorenregeln.....	51
2.9 Die Wissenschaft der Stoffe.....	52
3. Quantitative und qualitative Bestimmungsmethoden für prospektiv relevante substantielle Eigenschaften und die Temperatur.....	53
3.1 Meßtheoretische Grundlagen.....	53
3.1.1 Metrisierung.....	55

3.1.2	Intensive und extensive Meßgrößen .....	56
3.1.3	Fundamentale und abgeleitete Meßgrößen .....	57
3.1.4	Prototypengebundene und prototypenfreie Metrisierung .....	58
3.2	Die statistische Behandlung von Meßergebnissen .....	59
3.2.1	Der diskrete, symmetrische Zufallsgenerator .....	60
3.2.2	Unsymmetrische, diskrete und kontinuierliche Zufallsgeneratoren .....	62
3.2.3	Statistische Eigenschaften von Meßgeräten .....	64
3.3	Klassifikation und Messung von Dichte, Farbe, Klang, Geruch, Geschmack, Festigkeit und Härte .....	65
3.3.1	Dichte .....	65
3.3.2	Farbe .....	69
3.3.3	Methodische Rekonstruktion .....	80
3.3.4	Klang .....	84
3.3.5	Geruch und Geschmack .....	85
3.3.6	Historisch überlieferte Geruchs- und Geschmacksklassifikationssysteme .....	88
3.3.7	Methodischer Aufbau eines Geruchs- und Geschmacks- klassifikationssystems für die Zwecke der Chemie .....	94
3.3.8	Festigkeit und Härte .....	96
3.4	Temperatur .....	102
3.4.1	Temperaturdefinitionen und Thermometer .....	102
3.4.2	Protothermometrie .....	109
3.4.3	Aufbau einer geräteprototypenfreien Temperaturskala .....	111
3.4.4	Aufbau einer absoluten Temperaturskala .....	116
4.	Chemische Prototheorie, Teil II: Abgeleitete Begriffe .....	117
4.1	Die Ziele der Chemie .....	117
4.2	Chemische und chemisch reine Stoffe .....	118
4.2.1	Exkurs: Das Ideationsverfahren .....	121
4.3	Chemische Reaktionen .....	121
4.3.1	Reaktionszeilen .....	124
4.3.2	Typologie chemischer Reaktionen .....	125
4.4	Analyse und Synthese .....	127
4.4.1	Besondere Zerlegungsreaktionen .....	128
4.5	Chemische Verbindungen und chemische Phasen .....	128
4.5.1	Zum Normenstatus des Satzes der konstanten Proportionen .....	130
4.6	Chemische Elemente .....	133
4.7	Die chemische Nomenklatur .....	135
4.7.1	Die Namen der Elemente .....	136
4.8	Chemische Eigenschaften .....	137
5.	Rekonstruktion der chemischen Theorie, Teil I: Das Forschungsprogramm der allgemeinen Chemie .....	139
5.1	Wo es stinkt und knallt: Das chemische Experiment, Teil I .....	140
5.2	In der Denkstube I: Naturgesetze .....	143
5.2.1	Verlaufs- und Zustandsgesetze .....	148
5.3	Wo es stinkt und knallt: Das chemische Experiment, Teil II .....	149
5.4	Die Exhaustion von Naturgesetzen .....	150

5.5	In der Denkstube II: Theorien und Forschungsprogramme.....	154
5.6	Chemische Naturgesetze.....	156
5.6.1	Beschreibende Gesetze.....	159
5.6.2	Fundamentale chemische Gesetze.....	161
5.7	Gesetze der chemischen Reaktionsstatik.....	162
5.7.1	Hypothesen fingo: Moleküle und Atome.....	164
5.7.2	Valenz und Oxidationszahl.....	168
5.7.3	Molekül- und Atommasse.....	169
5.7.4	Mol und Molzahl.....	172
5.7.5	Chemische Formeln und chemische Gleichungen.....	175
5.7.6	Chemische Gruppen.....	177
5.7.7	Das System der rationalen chemischen Nomenklatur.....	180
5.7.8	Das Periodensystem der Elemente.....	185
5.8	Thermodynamische Normen und Gesetze und ihre Anwendung in der chemischen Thermodynamik.....	193
5.8.1	Der allgemeine Energieerhaltungssatz.....	194
5.8.2	Der erste Hauptsatz der Thermodynamik.....	203
5.8.3	Enthalpie.....	208
5.8.4	Der Satz der konstanten Wärmesummen.....	210
5.8.5	Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik.....	212
5.8.6	Entropie.....	214
5.8.7	Der dritte Hauptsatz der Thermodynamik.....	217
5.8.8	Helmholtzsche und Gibbsche freie Energie.....	218
5.8.9	Das Prinzip des kleinsten Zwanges.....	220
5.8.10	Die korpuskular-statistische Interpretation der Thermodynamik.....	224
5.8.11	Die kinetische Gastheorie.....	225
5.8.12	Statistische Mechanik.....	229
5.8.13	Vorteile der Verwendung der Zustandssummen in thermodynamischen Berechnungen.....	232
5.8.14	Naturalistische Mißinterpretationen der statistischen Mechanik.....	234
5.8.15	Bemerkungen zur Geschichte der korpuskular-statistischen Interpretation der Thermodynamik.....	241
5.9	Die Gesetze der chemischen Reaktionskinetik.....	248
5.9.1	Kinetische Reaktionsgesetze und Reaktionsmechanismen.....	249
5.9.2	Reversible Reaktionen und das Massenwirkungsgesetz.....	251
5.9.3	Die Temperaturabhängigkeit der chemischen Reaktionsgeschwindigkeit.....	255
5.9.4	Katalysierte Reaktionen.....	260
5.10	Modelle.....	261
5.10.1	Formale Modelle.....	262
5.10.2	Technische Modelle.....	263
6.	Rekonstruktion der chemischen Theorie, Teil II: "Räumliche" Struktur und chemische Bindung.....	269
6.1	Die chemische Reaktionsgleichung als Kalkül.....	269
6.1.1	Das Spiel mit den Steinchen – zur Terminologie der Kalküle.....	271
6.1.2	Chemische Kalküle.....	272
6.1.3	Der Summenformel- und der serielle Strukturformelkalkül.....	272

---

6.1.4	Die pragmatische Begründung chemischer Kalküle.....	276
6.2	Ionische, kovalente und komplexe Verbindungen .....	277
6.2.1	Ionische und kovalente Verbindungen .....	277
6.2.2	Koordinationsverbindungen.....	282
6.3	Die "räumliche" Struktur chemischer Verbindungen.....	283
6.4	Theoretische Konstrukte und Aufbau der Atome.....	299
6.4.1	Kernphysik und Kernchemie .....	301
6.5	Die quantenmechanische Theorie des Atomaufbaus .....	302
6.5.1	Teilchenwellen und Schrödinger-Gleichung.....	302
6.5.2	Quantenzahlen .....	304
6.5.3	Orbitale.....	305
6.5.4	Die Elektronentheorie der chemischen Bindung.....	306
6.5.5	Die quantenmechanische Behandlung der chemischen Bindung .....	309
6.6	Statistische Interpretation der Quantenmechanik und chemische Bindung .....	309
7.	Zusammenfassung und ein Anwendungsbeispiel.....	312
7.1	Moleküle als das Verbindungsglied zwischen Chemie, Physik und Biologie .....	313
7.2	Chemische Moleküle.....	314
7.3	Physikalische Moleküle.....	316
7.4	Biomoleküle.....	317
7.5	Sind die Moleküle die "Bausteine der Welt"? .....	318
8.	Literaturverzeichnis.....	319
9.	Register .....	329

This Page Intentionally Left Blank

# 1. Die Chemie als Gegenstand philosophischer Reflexion

## 1.1 Philosophie der Chemie – ein Desiderat?

Anders als ihre Kollegen aus den beiden anderen großen naturwissenschaftlichen Disziplinen Biologie und Physik hinterfragen die Chemiker selten die philosophischen Grundlagen ihrer wissenschaftlichen Tätigkeit. Die Reflexion setzt meistens erst dann ein, wenn die Resultate oder der gesellschaftliche Rahmen dieser Tätigkeit (d.h. die chemische Forschung und Industrie) innerhalb unserer Gesellschaft auf Kritik stößt, und hat eher defensiven Charakter<sup>1</sup>. Sollten sie je zur Sprache kommen, werden chemiespezifische philosophische Probleme nach persönlichen Vorlieben mit Anleihen an verschiedene Schulen behandelt und ziemlich schnell "geklärt", wobei man allerdings mit gewissem Recht behaupten kann, daß die meisten zeitgenössischen Chemiker einen naiven *Realismus* vertreten, d.h. die Auffassung, daß die in der Chemie vorkommenden Begriffe und "Gesetze" naturgegebenen Bestandteilen unserer Welt entsprechen. Stellvertretend für diese Einstellung mögen folgende Aussagen angeführt werden:

«Im Prinzip ist die Chemie für den Menschen nichts Neues, sondern etwas Alltägliches. Die Vorgänge der unbelebten wie auch belebten Natur sind und waren zu allen Zeiten der Erdgeschichte nicht ohne chemische Reaktionen denkbar. [...] Es bedarf also keines weiteren Hinweises, daß die Chemie für den Menschen ein allgegenwärtiger Bestandteil seines Alltags ist, wie man sich auch das Leben selbst nicht ohne chemische Reaktionen vorstellen kann. Darüber kann eine einhellige Meinung bestehen» (WEISE 1984 – Sperrungen nicht i. O.)

und

«Nach wie vor ist der Chemiker der Spezialist der Moleküle. Er kennt ihren Bau, ihre Reaktivität und Interaktionen wie kein zweiter. Hier ist ihm kaum eine ernsthafte Konkurrenz erwachsen» (PLETSCHER 1982).

Diese Weltanschauung kommt auch in den Einleitungen mehrerer Chemielehrbücher zum Ausdruck: Die große Mehrheit dieser Werke geht nach lapidaren Feststellungen des Typs «Inorganic chemistry deals with substances having virtually every known,

---

<sup>1</sup> Ein anschauliches Beispiel dieses Sachverhaltes bieten die im Sammelband „*Chemie und Gesellschaft: Herausforderung an eine Welt im Wandel*“ (BOCHE 1984) enthaltenen Beiträge namhafter Chemiker.

type of physical and structural characteristic (COTTON und WILKINSON 1980: 3)» oder «Chemie ist [...] die Wissenschaft, die sich mit den Kombinationsmöglichkeiten der bekannten 104 Elemente beschäftigt» (SCHMIDT 1967: 11) ohne weitergehende Reflexion *medias in res* über. Aber auch unter den "Berufsphilosophen" scheint die Beschäftigung mit chemischen Problemen keine besondere Begeisterung auszulösen, was allein schon an der Anzahl der veröffentlichten Arbeiten abzulesen ist: In der „*Bibliographie Chemie und Geisteswissenschaften*“, herausgegeben von DITTUS und MAYER (1992), sind unter der Rubrik „*Wissenschaftstheorie der Chemie*“ knapp 230 Titel verzeichnet, während die Anzahl der seit 1940 veröffentlichten physikphilosophischen Arbeiten laut Angabe des Literaturdienstes PHILOSOPHER'S INDEX mehrere Tausend beträgt. Die Erklärungen für dieses Phänomen reichen von der Behauptung, die Chemie böte schlicht und einfach nicht den Nährboden für Fragen, die typischerweise eine philosophische Reflexion anregen, über die besondere technisch-praktische Ausrichtung dieser Wissenschaft, die ihren Akteuren den Blick für wissenschaftstheoretische Überlegungen versperren soll, nicht aufgetretene "Grundlagenkrisen", bis hin zur *Reduktionismusthese*,<sup>2</sup> die besagt, daß aufgrund der vermeintlichen vollständigen Rückführbarkeit der Chemie auf die Physik auch eventuelle philosophische Fragen der ersteren sich als philosophische Fragen der letzteren reformulieren lassen.

Zur Widerlegung der Behauptung, die Chemie sei "philosophieunfähig", bedarf es nicht tiefeschürfender Überlegungen zur Bedeutung des Wortes "Philosophie" oder zum Sinn des "Philosophierens". Die in einem bekannten enzyklopädischen Werk gebene Begriffsbestimmung, Philosophie sei «das rationale, methodische und systematische Nachdenken über die Themen, die für die Menschheit am wichtigsten sind»<sup>3</sup>, reicht als kleinster gemeinsamer Nenner aller Philosophievorstellungen dazu aus, zumal sie die wichtigsten Bedingungen dieses Nachdenkens enthält: Es soll rational, methodisch (eine wie auch immer geartete Ordnung einhaltend), systematisch (auf das Ziel gerichtet, Zusammenhänge herzustellen) und problemorientiert sein.

### • Philosophiefähigkeit

Mit diesem Philosophieverständnis im Hintergrund möchten wir gegen diese "Philosophieunfähigkeitsthese" folgende Einwände erheben:

**E r s t e n s** setzt die Aufstellung dieser These bereits voraus, daß geklärt sei, was chemische Theorien und in ihnen auftretende Begriffe *s i n d* und was sie *l e i s t e n* k ö n n e n. Diese Erkenntnis ist aber selbst *R e s u l t a t* philosophischer Reflexion. Es ist somit ein Widerspruch in sich, der Chemie die Philosophiefähigkeit abzuspochen.

**Z w e i t e n s** verwenden auch Chemiker zur Bezeichnung des Stellenwertes chemischer Aussagen Wörter wie "Gesetz", "Prinzip", "Theorie" oder "Regel". Diese Wörter gehören aber nicht mehr zum Fachvokabular der Chemie, sondern zur Rede *ü b e r*

<sup>2</sup> Eine gute Erläuterung des Reduktionismus findet sich bei NAGEL 1979: 336 ff.

<sup>3</sup> «[Philosophy is] the rational, methodical, and systematic consideration of those topics that are of greatest concern to man» (ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA – MACROPAEDIA 1993, 25: 733 -Übers. aus dem Englischen NP).

sie. Sie sind wissenschaftstheoretische<sup>4</sup> – philosophische – Begriffe. Die Entscheidung, eine chemische Aussage mit einer dieser Bezeichnungen zu belegen, ist somit ebenfalls Ergebnis philosophischer Reflexion, auch wenn diese von den Chemikern nicht ausgedrückt und nicht gerechtfertigt wird.

**Drittens** stellt die Beschäftigung mit erkenntnis- und wissenschaftstheoretischen Problemen einen wichtigen Forschungsbereich dar, der die sogenannten "Naturwissenschaften" stark beeinflusst. Die Entwicklung der relativistischen Physik am Anfang unseres Jahrhunderts ist z.B. mit der Ausarbeitung der erkenntnistheoretischen Positionen des "Wiener Kreises" eng verknüpft, so wie auch die Durchsetzung der Physik GALILEIS im 16. Jahrhundert von der Auseinandersetzung mit dem damals vorherrschenden Aristotelismus geprägt war. Die Relativitätstheorie, die Problematik des Welle-Teilchen-Dualismus in der Quantenmechanik und die immer abstrakter und unanschaulicher werdenden Theorien der Astrophysik lieferten weitere, noch heute wirksame Impulse, sich mit erkenntnis- und wissenschaftstheoretischen Fragen innerhalb dieser Wissenschaft zu befassen. Auch in der Biologie ist das Aufkommen der verschiedenen Evolutions- und Systemtheorien mit einer Veränderung der erkenntnistheoretischen Grundlagen einhergegangen. Prominentes Beispiel dafür aus jüngster Zeit ist die Diskussion um den sogenannten "Radikalen Konstruktivismus" von H. MATURANA und F. VARELA (vgl. z.B. MATURANA 1985 oder SCHMIDT 1988).

Eine wissenschaftstheoretische Beschäftigung mit der Chemie erhebt also den Anspruch, wie im Falle der Physik und der Biologie, Kriterien zur Evaluation chemieinterner theoretischer Alternativen zur Verfügung zu stellen und somit zu erlauben, daß

inkonsistente Theorien schon vor einer (sinnlosen) empirischen Überprüfung ausgesondert und verworfen werden,

die unvollständige Interpretation experimenteller Daten erkannt und daß

das theoretische Gerüst dieser Wissenschaft vom Ballast unnötiger oder mangelhaft eingeführter Begriffe befreit wird, die nicht selten die wissenschaftliche Forschung in Sackgassen und Glasperlenspielerien führen.

Darüber hinaus ermöglicht sie das bessere Verständnis der Chemiegeschichte, denn nur vor dem Hintergrund einer rationalen Chemie, einer Chemie, die weiß, was sie sucht und wie sie es zu erreichen gedenkt, sind wir imstande, die historisch überlieferten Denkwege der Chemie in ihrer Tragweite vollständig zu erfassen.

**Viertens** stellt das Fehlen einer sogenannten *Metatheorie*, d.h. das Fehlen von klaren Vorstellungen über die theoretische und praktische Vorgehensweise der Chemie, diesen Koloß (gemessen an der Produktion von Grundlagen- und technisch verwertbarem Wissen) auf tönernen Füße, wenn es um seine Legitimation vor dem Gericht einer für globale (politische, ökonomische und ökologische) Zusammenhänge sensibilisierten Öffentlichkeit geht. Der täglich in einer Unzahl raffiniert entworfener

---

<sup>4</sup> *Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie* sind die Fachausdrücke für die Teilbereiche der Philosophie, die sich mit dem Hinterfragen der Gültigkeit der wissenschaftlichen Ergebnisse und Methoden beschäftigen. Näheres dazu in Abschnitt 1.2.



Hochglanzanzeigen veröffentlichte Verweis auf den Umstand, daß die chemischen Produkte die moderne Lebensqualität maßgeblich miterzeugen und aufrechterhalten und daß bahnbrechende neue Techniken, die prima facie mit der Chemie nichts zu tun haben, dennoch auf einem chemischen Fundament stehen (man denke an das Verfahren zur Herstellung ultrareinen Siliziums für die Computer-Industrie), kann in einer Zeit, wo nicht nur die chemische Technik und ihre Produkte, sondern auch ihre schädlichen Neben- und Abfallprodukte bereits ein Teil unserer Umwelt geworden sind, nicht mehr zur Rechtfertigung eines grenzenlosen Ausbaus der Produktionskapazitäten und der Produktsortimente herangezogen werden. Um mit den Kritikern, die eine umsichtiger Handhabung dieses Lebenswelt/Technik-Komplexes fordern, in einen fruchtbaren Diskurs einzutreten, ist auch seitens der Chemiker die tiefgehende Beschäftigung mit philosophischen Problemen in der Chemie und den Konsequenzen, die daraus für ihr gesellschaftliches Handeln entspringen, erforderlich. Dies läßt sich am folgenden Beispiel veranschaulichen:

Begreift sich ein Wissenschaftler lediglich als "Entdecker" von Naturzusammenhängen und -geheimnissen, einem Bergmann gleich, der sein Erz, so wie es ihm die Natur präsentiert, zutage fördert, ohne den geringsten Einfluß auf die Richtung der Ader im Erdreich oder auf die Qualität des Geförderten nehmen zu können, so bleibt ihm, sollte er feststellen, daß das von ihm bereitgestellte Wissen mehr Schaden als Nutzen erzeugt, nichts anderes übrig, als seine Tätigkeit einzustellen – sein Bergwerk aufzugeben. Betrachtet er aber seine Tätigkeit als eine durch den konkreten gesellschaftlichen Rahmen bestimmte *P r o d u k t i o n* von Verfahren zur *L ö s u n g* wohldefinierter Probleme und Befriedigung expliziter Bedürfnisse, wird er in die Lage versetzt, sein Handeln auf die aufkommenden Konflikte einzustellen und diejenigen, die er vielleicht erzeugt hat, im Dialog mit den Betroffenen zu bereinigen.

Und schließlich möchten wir ein anthropologisches Argument vortragen, das mit dem letzten zusammenhängt: In seinem kürzlich erschienen Buch „*Am Ende des Baconschen Zeitalters*“ stellt der Philosoph und Wissenschaftstheoretiker G. BÖHME fest, daß das von FRANCIS BACON propagierte Ideal, wissenschaftlicher und technischer Fortschritt sei zugleich humaner Fortschritt, sich bisher nicht erfüllt habe:

«Wir werden mit der Wissenschaft leben müssen, denn sie gehört zu unseren realen Existenzbedingungen. Aber Heilserwartungen werden nicht mehr an sie geknüpft werden. Das wird auch einen konkreten Abbau von wissenschaftlich-technischen Kapazitäten nötig machen, aber vor allem einen Abbau der überzogenen Erwartungen, die an die wissenschaftlich-technische Entwicklung geknüpft waren. Dieser Abbau mag schmerzlich sein [...]. Auf der anderen Seite stellt er aber eine Befreiung dar. Es geht um eine Befreiung des Geistes aus einem nutzenorientierten Wissenstyp [...]. Wissen sollte aus seiner Stellung als Dienstleistungsarbeit befreit werden und wieder Freude machen, die Bildung des Menschen und seine Alltagskompetenz erhöhen und schließlich zur Weisheit beitragen» (BÖHME 1993: 31).

Auch wenn wir der pessimistischen Diagnose BÖHMES nicht in allen Punkten zustimmen, ist seine Forderung nach einer humanen Wissenschaft, einer Wissenschaft, die das Ziel verfolgt, den Lebensunterhalt der Menschheit in Frieden her- und sicherzustellen, ihre Lebensqualität zu verbessern und die Menschheit von der Herrschaft des Aberglaubens zu befreien, ein erstrebenswertes Ziel. Gerade seine Verwirklichung aber erfordert die Reflexion über die wissenschaftliche Vorgehensweise. Und da die

Chemie diesem Ziel ebenso verpflichtet ist wie alle wissenschaftlichen Disziplinen, ist das methodische Nachdenken über den Aufbau ihres Fachvokabulars und ihrer "Wissenserzeugungsverfahren" notwendiger Bestandteil dieses Prozesses.

- **Technische Praxis vs. theoretische Reflexion**

Die Verfechter des Argumentes, die starke technisch-praktische Ausrichtung der Chemie sei der Hinderungsgrund für eine selbständige Philosophie der Chemie, übersehen die gleiche Orientierung auch der beiden anderen großen Disziplinen Physik und Biologie. Es ist ein Irrtum zu glauben, moderne Physik und Biologie wären dem bloßen Bedürfnis entsprungen zu erfahren, "was die Welt im Innersten zusammenhält". Die Pioniere der Physik waren zugleich Ingenieure und Konstrukteure und verfolgten gleichzeitig mit ihren naturphilosophischen Studien auch "handfeste" technische Projekte<sup>5</sup>. Was die moderne Biologie betrifft, so haben zwar ihre Begründer nicht unbedingt die direkte technische Verwertung ihrer Forschungsergebnisse erstrebt; man sollte sich jedoch stets vor Augen halten, daß z.B. CHARLES DARWIN zur Erläuterung seiner Evolutionsvorstellungen auf die Tätigkeit des Züchters zurückgreift (GUTMANN 1996), daß eine der wichtigsten biologiethoretischen Debatten unseres Jahrhunderts um die evolutionstheoretischen Ansichten LYSSENKOS in der Sowjetunion der 30er und 40er Jahre schwerwiegende Folgen auf die Agrikulturpraxis dieses Landes hatte und daß heute eine biologische Teildisziplin – die G e n e t i k – dabei ist, durch Bereitstellung neuer technischer Verfahren wichtige Aspekte unseres Alltagslebens radikal umzugestalten.

- **Grundlagenkrisen**

Das Fehlen von sogenannten "Grundlagenkrisen" kann nur dann als Erklärung herangezogen werden, wenn man die im Lauf der Chemiegeschichte stattgefundenen Umbrüche ignoriert. Zwar gibt es in der Chemiegeschichte keine Ereignisse wie der im nachhinein als dramatisch empfundene Versuch von MICHELSON und MORLEY, der am Anfang unseres Jahrhunderts zur Revision des mechanistischen Weltbildes der Physik führte. Die mit der Ablehnung der Phlogistontheorie und des STAHLschen Elementbegriffes zugunsten der von LAVOISIER propagierten Vorstellungen, die mit der Auflösung der Grenze zwischen organischer und anorganischer Chemie durch WÖHLER einhergegangenen Umwälzungen und der Nachweis in jüngerer Zeit, daß auch die angeblich nicht reaktionsfähigen "Edelgase" chemische Verbindungen eingehen können, sind jedoch Umbrüche von mindestens ebenso großer Bedeutung für das chemische Denken. Darüber hinaus ist auch der wissenschaftliche Alltag des Chemikers nicht frei von Unstimmigkeiten zwischen Theorie und Praxis und von empirisch nicht zu beantwortender Fragen, die zum Nachdenken anregen. Folgende Beispiele seien hier stellvertretend für die Mannigfaltigkeit der Probleme genannt, mit denen sowohl der chemische Eleve als auch der gestandene Moleküljongleur konfrontiert werden:

---

<sup>5</sup> Vgl. dazu ZILSEL 1976: 60 ff.

- Die in manchen Fällen hartnäckig vom theoretischen Soll abweichenden Ausbeuten chemischer Reaktionen.
- Sogenannte Konzentrationseffekte und noch nicht endgültig geklärte Phänomene wie die "Passivierung".
- Probleme beim "scaling-up" von Verfahren, die im Laboransatz problemlos durchgeführt werden können, aber schon im Technikumsmaßstab zu irritierenden Ergebnissen führen.
- Die Sicherstellung der "Wahrheit" und Reproduzierbarkeit von Analyseergebnissen.
- Die trotz gegenteiliger Meinung doch nicht aufgeklärten Beziehungen zwischen Molekülstruktur und Funktion biologisch und biochemisch relevanter Stoffe.

#### • Reduktionismus

Was die Reduktionismusthese betrifft, so kann ihr entgegnet werden, daß sowohl historisch gesehen als auch in der jetzigen chemischen Praxis die Chemiker nicht auf die Ergebnisse der Physiker angewiesen waren, um ihr Werk in theoretischer oder praktischer Hinsicht voranzutreiben. Auch die heute sehr verbreitete Anwendung physikalischer Methoden zur Lösung spezieller chemischer Probleme (z.B. Spektroskopie) kann nicht als Beleg für die Richtigkeit des Reduktionismus angeführt werden, denn die Theorien zum Wesen der chemischen Bindung sind innerhalb der Chemie und ohne physikalische Anleihen entwickelt worden. Wie wir in Kapitel 5 sehen werden, ist die Einführung von Begriffen, die sowohl in chemischen als auch in physikalischen Theorien vorkommen, Ergebnis des (keineswegs irrationalen) Wunsches, für gemeinsam auftretende physikalische und chemische Phänomene eine zufriedenstellende und wissenschaftlich produktive Erklärung zu geben. Aus diesen Gründen ist es leicht einzusehen, warum eine selbständige philosophische Reflexion über die Chemie nicht überflüssige Besinnungsübung pensionierter Laborkämpen, sondern notwendiger Bestandteil der Entwicklung dieser ansonsten so dynamischen Wissenschaft ist.

## 1.2 Das philosophische Instrumentarium

Die philosophische Teildisziplin, die sich mit den Problemen der Wissenschaften beschäftigt, wird *Wissenschaftstheorie* genannt. Sie hat eine doppelte Aufgabe:

- Als *allgemeine Wissenschaftstheorie* soll sie die Wege aufzeigen, auf denen wir zu gesichertem Wissen gelangen können<sup>6</sup>. Dazu gehört u.a. die Aufstellung einer Systematik der Wissenschaften, die Erarbeitung der Bedingungen für gelungene Messungen oder die Definition von Fachbegriffen wie 'Naturgesetz', 'Theorie', 'Modell' oder 'theoretischer Terminus', also die Bereitstellung einer wissenschaftstheoretischen *Terminologie*, die die Analyse des praktischen und theoretischen Vorgehens der Einzelwissenschaften ermöglicht.

---

<sup>6</sup> Entsprechend der Unterteilung der Wissenschaften in "Natur-" und "Kulturwissenschaften" (s. dazu auch Fußnote 27 und HARTMANN 1993: 16 ff.) sind manche dieser Regeln nur auf einen Teilbereich anwendbar.

- Als *spezielle Wissenschaftstheorie* untersucht sie eine gegebene Disziplin, in unserem Fall die Chemie, in der Absicht, ihren Aufbau nachzuvollziehen und das darin vorkommende Aussagen- und Fachwortinventar in die von der allgemeinen Wissenschaftstheorie bereitgestellten “Klassen” einzuordnen. Schon diese allgemein gehaltene Formulierung der Ziele der Wissenschaftstheorie ist ein Hinweis darauf, daß zu ihrer Umsetzung keine Einstimmigkeit unter den Wissenschaftstheoretikern herrscht<sup>7</sup>. Sie ist vielmehr eng mit ihrer Vorgehensweise zur Lösung der wissenschaftstheoretischen Probleme und selbstverständlich auch mit der *erkenntnistheoretischen Position* der Philosophen verknüpft, d.h. mit ihren Ansichten über diejenigen Faktoren, die die Wahrheit von wissenschaftlichen Aussagen gewährleisten.

### 1.3 Welt hinter (Atom)Gittern: Das naturalistische Bild der Chemie

Die überwiegende Mehrheit der Wissenschaftler und auch der Wissenschaftstheoretiker ist der Meinung, daß die Aufgabe der Wissenschaften – zumindest der “Natur”wissenschaften – darin besteht, ihre Gegenstände zu beobachten, zu “analysieren” und zu beschreiben. Diese Beschreibung wird mittels einer *Wissenschaftssprache* vorgenommen, die zur Bezeichnung der Gegenstände der Wissenschaften und ihrer Beziehungen dient. Der Wissenschaftstheorie als “der Wissenschaft von der Wissenschaft” kommt analog die Aufgabe zu, den Aufbau der in den Wissenschaften vorkommenden Theorien zu analysieren, die logischen und syntaktischen Beziehungen ihrer Bestandteile aufzuzeigen und gegebenenfalls auf formallogische Inkonsistenzen hin zu untersuchen. Diese Vorgehensweise wollen wir als *deskriptiv* bezeichnen. Daß die Beobachtung und Beschreibung der Naturwissenschaften normalerweise nicht inmitten der Wildnis stattfindet, daß “Naturvorgänge” zunächst im Labor “isoliert” und “präpariert” werden müssen, bevor man sie beschreiben oder gar beobachten kann, wird von der heutigen Wissenschaftstheorie zwar nicht ignoriert, den dazu nötigen Geräten und Instrumenten und dem zu ihrem Bau und korrekter Bedienung nötigen Wissen wird jedoch nur der Status von Hilfsmitteln zugewiesen<sup>8</sup>. Durch diese Einschränkung auf der Beobachterperspektive handelt sich die Wissenschaftstheorie das Problem ein, daß sie die in naturwissenschaftlichen Theorien auftretenden Begriffe nur dadurch rechtfertigen kann, daß sie entweder auf eine “vorstrukturierte” Natur zurückgreift (*Natu-*

---

<sup>7</sup> Dieser Umstand mag unter den Vertretern einer der großen naturwissenschaftlichen Disziplinen wie Chemie oder Physik Befremden auslösen, wird doch bei ihnen der Eindruck eines fast selbstverständlichen Einvernehmens bezüglich des theoretischen Fundaments erweckt. Ein Blick über den Fachzaun zeigt jedoch, daß schon beim Nachbarn Biologie diese Einmütigkeit bald aufhört. Konkurrierende Evolutions- und Organismustheorien liefern sich dort einen teilweise heftigen Kampf um die Vorherrschaft, allerdings immer noch in der Absicht, daß eine von diesen schließlich alle anderen verdrängt. Ein Stück weiter, im Bereich der sogenannten “Kulturwissenschaften”, wird auch dieser Anspruch fallengelassen, die Pluralität der “Schulen” und der “Lehrmeinungen” ist hier sogar erwünscht.

<sup>8</sup> Auch wenn diese Hilfsmittel von manchen zeitgenössischen Philosophen inzwischen als unentbehrlich für die Wissensproduktion angesehen werden (vgl. dazu HACKING 1983, 1992 oder GOODING 1990).

ralismus) oder indem sie die Begriffsnetze der Sprache zu lediglich empirisch bewährten "Konventionen" erklärt (*Holismus*).

- **Naturalismus**

Der *Naturalismus* ist eine erkenntnistheoretische Position, die

«die Kultur als Teilbereich der Natur in [ihre] Beschreibung aufzunehmen [versucht], etwa weil ja der Mensch als Kulturträger und die zivilisatorisch veränderte Welt immer auch Natur und in diesem Sinne Naturgesetzen unterworfen seien» (JANICH 1992: 13).

Ob man dabei *realistisch*<sup>9</sup> vorgeht und die Gültigkeit von wissenschaftlichen Aussagen auf die "Übereinstimmung" oder "Entsprechung" der darin vorkommenden Begriffe mit bzw. zu natürlich vorgefundenen, aber nicht direkt beobachtbaren "Bestandteilen" der Wirklichkeit zurückführt oder ob man als *Positivist* eher auf die Gesetzmäßigkeiten dieser Welt den erkenntnistheoretischen Akzent setzt, ist für das naturalistische Verständnis zweitrangig. Wichtig ist, daß die Gültigkeit wissenschaftlicher Aussagen nur empirisch – durch die im Labor gemachten Experimente und "Feldbeobachtungen" – überprüft werden kann.<sup>10</sup>

Diese Betrachtung erscheint auf den ersten Blick sehr verlockend. Sie bringt scheinbar Ordnung in die Mannigfaltigkeit unserer Lebenswelt, liefert eine angeblich erschöpfende Erklärung für das Beobachtete und wird vor allem durch die "Tatsachen" tagtäglich bestätigt. Ein weiteres Argument, das für die Richtigkeit dieser Anschauung von ihren Verfechtern herangezogen wird, ist außerdem der Umstand, daß dieselben Begriffe in verschiedenen "natur"wissenschaftlichen Theorien auftauchen und sie – so die Behauptung – miteinander verbinden. "Elektronen" z.B. vermitteln den Übergang zwischen Chemie und Physik, indem sie die chemische Bindung auf physikalische Wechselwirkungen zwischen "Elektronen" der "äußeren Hüllen" der beteiligten "Atome" zurückführen, und der Begriff des "Atoms" dient dazu, sowohl die makroskopischen "physikalischen" Eigenschaften der Stoffe zu beschreiben, als auch ihr mikroskopisches "chemisches" Verhalten. Daß diese Vermittlung zwischen Theorien über gemeinsame Begriffe nicht immer vollständig gelingt, wird weniger als ein Unvermögen des sie begründenden Naturalismus betrachtet, sondern eher als ein Ausdruck der Kompliziertheit der zu untersuchenden Systeme, die den Forscher mit einer nicht zu bewältigenden Flut von Daten überschwemmen.

Das naturalistische Bild der Chemie basiert also auf der Existenzannahme von mikroskopischen Bauteilen, den "Atomen", die sich gemäß empirisch zu ermittelnden "Naturgesetzen" zu größeren Konglomeraten, den "Molekülen", verbinden. Größere Anhäufungen von "Molekülen" bilden die makroskopisch erfassbaren "Stoffe", deren Eigenschaften wie "Farbe", "Schmelztemperatur", "Aromatizität" oder "Dissoziationskonstante" ebenfalls naturgesetzmäßig zu erklären sind. Bei der Aufzählung dieser Eigenschaften wird übrigens nicht danach differenziert, ob diese bereits im Alltag unmittelbar wahrnehmbar, wie die "Farbe", ob sie mit auch außerhalb der Wissenschaft gebräuchlichen Geräten bestimmbar sind, wie die "Schmelztemperatur", oder ob sie

<sup>9</sup> Die realistische Position ist sehr anschaulich in NOLA 1994 dargestellt.

<sup>10</sup> Eine Klassifizierung und Kritik der Positionen, die zum naturalistischen Bild beitragen, findet sich bei HARTMANN und JANICH (1996).

erst im Rahmen der chemischen Laborpraxis auftreten, wie die "Aromatizität" oder "Dissoziationskonstante". Die Moleküle werden mit "Strukturformeln" manchmal stark vereinfacht abgebildet, "Reaktionen" geben die Verhältnisse bei den Stoffumwandlungen wieder.

Schon die Definition des Begriffs "Stoff" zeigt ein schwerwiegendes Problem dieser Betrachtungsweise. Es besteht im allgemeinen darin, daß die Behauptung, naturwissenschaftliche (und somit auch chemische) Theorien seien experimentell bewährte Abbilder von nicht direkt beobachtbaren Zuständen einer einheitlich aufgebauten Natur, eine *petitio principii* darstellt. Dies bedeutet, daß die Vorstellung einer einheitlich aufgebauten Natur im voraus investiert werden muß, um eine erfolgreiche naturwissenschaftliche Theorie als Abbild ebendieser Natur interpretieren und die Vermittelbarkeit zwischen Theorien als Wissen über die Einheitlichkeit der Natur ausweisen zu können. Um am chemischen Beispiel zu bleiben: Um einen Körper oder ein Ding, wie eine Glocke oder einen Haufen Sand, als aus "einem Stoff bestehend" bezeichnen zu können, muß der Naturalist den Nachweis erbringen, daß dieser Körper aus identischen "Molekülen" besteht. Die Entwicklung der dazu nötigen Verfahren setzt aber die Bereitstellung von "Stoffen" im Sinne der Definition *v o r a u s*, denn sonst wüßten wir weder wann wir unser Ziel erreicht haben – den Nachweis der "Moleküle" –, noch welche "Moleküle" welchem Stoff zuzuordnen sind.<sup>11</sup>

Über diese methodologischen Probleme hinaus stellt der Naturalismus mit seinem absoluten Gültigkeitsanspruch die Menschen vor ein unüberwindliches Dilemma. Die Beschreibung eines Naturvorgangs mit naturwissenschaftlichen Begriffen, die zugleich eine bestimmte *T e c h n i k* (also eine Kulturleistung) verwirklichen helfen, führt nämlich zu einer unreflektierten Verquickung von Natur und Kultur, die – wie G. KEIL in seiner tiefgehenden Analyse und Kritik des Naturalismus anhand der Diskus-

---

<sup>11</sup> Genauso zirkulär sind die Definitionen der Begriffe 'Element' und 'Atom', die in den Empfehlungen der International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) – immerhin des höchsten "legislativen" Gremiums in der chemischen Wissenschaft – gegeben sind. In der Deutschen Übersetzung der 1990 herausgegebenen „*Nomenklatur der Anorganischen Chemie*“ (IUPAC 1994: 41) lesen wir:

«Ein Element (oder eine elementare Substanz) ist Materie, deren Atome alle die gleiche positive Kernladung haben [...].

Ein Atom ist die kleinste Mengeneinheit eines Elements, das isoliert oder in chemischen Kombinationen mit anderen Atomen desselben Elements oder anderer Elemente existieren kann [...].»

Die Verfasser dieser Definitionen gehen von der Vorstellung aus, Atome seien etwa mit Bohnen oder Erbsen zu vergleichen und Elemente mit Säcken, die nur die eine oder die andere Art Früchte enthalten. Sie übersehen dabei allerdings den Umstand, daß in der Chemie – im Gegensatz zu Säcken und verschiedenen Arten von Hülsenfrüchten, die voneinander unabhängige Bestandteile unserer Lebenswelt sind – der Begriff des 'Atoms' eingeführt worden ist, *e r s t n a c h d e m* man die "Stoffe" anhand ihres "Verhaltens" bei "Umsetzungen" oder "chemischen Reaktionen" unterteilt hat, um dieses "Verhalten" zu "erklären". Die beiden Begriffe Element und Atom sind also innerhalb der chemischen Fachsprache *n i c h t* "gleichrangig", sondern ihre Einführung in die Fachsprache folgt – wie im Falle von 'Stoff' und 'Molekül' – einer gewissen "methodischen Ordnung" (s. dazu auch Abschnitt 1.5.5).

sion zum sogenannten Leib/Seele-Problem gezeigt hat –, in letzter Konsequenz den Naturbegriff überflüssig macht (KEIL 1993: 360 ff.). Wird darüber hinaus eine Technik im Rahmen von gesellschaftlichen Auseinandersetzungen als schädlich oder unerwünscht erkannt, so ist – aufgrund des naturalistischen Primates der Natur als Ausgangspunktes jeder Erkenntnis – der mittels derselben Theorie beschriebene Naturbereich ebenfalls mit dem Odium des Schlechten behaftet. Giftige chemische “Abfälle” sind dann nicht mehr nur das Produkt menschlicher Tätigkeit, sie “entstehen” auch auf natürliche Weise.<sup>12</sup> Die “Natur” ist andererseits, so wird es uns seit dem Kindesalter beigebracht, das, was unabhängig von uns ist, vor uns war und nach uns sein wird. Sie ist die Wiege unseres Lebens, der Ort alles Guten, der Urzustand. Diese Diskrepanz versucht der Realist zu überwinden, indem er zusätzliche Annahmen über sogenannte “natürliche Gleichgewichte” macht, die es wiederherzustellen gilt, mit ad hoc verabschiedeten ethischen Richtlinien und mit der schon erwähnten, unser Erkenntnisvermögen übersteigenden faktischen Komplexität der Natur. Zusätzlich wird die Richtigkeit des realistischen Programms auch mit einem Verweis auf die Wissenschaftsgeschichte gerechtfertigt: Sie wird verstanden als die Geschichte eines Unternehmens, das mit blindem Versuch und Irrtum seinen Anfang nahm, aber, durch die natürlichen Gesetzmäßigkeiten geleitet, jahrtausendlang Erfahrungen sammelte, die zum heutigen Wissen über die Natur kulminieren.

Ebenso fragwürdig ist die sich im Namen des Naturalismus bzw. Realismus vollziehende Übertragung der Erkenntnisse einer naturwissenschaftlichen Disziplin auf andere Lebenszusammenhänge. Die Erklärung von Gefühlsregungen oder gar von komplizierten seelischen Zuständen wie “Glück” als Folge der chemischen Einwirkung von speziellen Stoffen, der Versuch, die geistige Tätigkeit auf den Austausch von “Neurotransmittern” zurückzuführen, oder der Gebrauch von Ausdrücken wie „zwischen diesen Menschen stimmt die Chemie nicht“, sind Beispiele für solche Übertragungen, die ein *c h e m i s c h e s M e n s c h e n b i l d* konstituieren. Da ein ausführliches Eingehen auf diesen Aspekt den hiesigen Rahmen sprengte, möchten wir hier einen allgemeinen Einwand gegen solche Menschenbilder bringen und auf die in der Literatur bereits vorgetragene Kritik verweisen<sup>13</sup>: Die Architekten solcher Menschenbilder – ob chemisch, biologisch oder sonstwie wissenschaftlich fundiert – übersehen, daß die von ihnen als so grundlegend empfundenen Wissenschaften lediglich Aspekte des “Menschseins” untersuchen, und zwar im Hinblick auf einen bestimmten Zweck, nämlich die Unterstützung der *H e i l k u n s t*, einer aus unserem Alltagsleben nicht wegzudenkenden Praxis, bei der Beseitigung von körperlichen, seelischen oder eben “stofflichen” *S t ö r u n g e n*. Die Wiederherstellung des “Normalzustands” in einem dieser Aspekte, zu dem die Wissenschaften mit ihren Methoden und ihrem Begriffs- und Theorieninstrumentarium beitragen, ist dann aber nicht mehr die *U r s a c h e*, sondern nur eine der *B e d i n g u n g e n* für das menschliche Wohlbefinden.

<sup>12</sup> Diese “Erkenntnis” verleitet leicht zum Fehlschluß, anthropogene Gifte seien genauso wie die natürlichen unvermeidbar, und verhindert somit – wie die ihr entgegengesetzte These von der grundsätzlichen Störung natürlicher Abläufe durch menschliches Handeln – jede vernünftige Diskussion über die Gestaltung unseres Lebensraums.

<sup>13</sup> Vgl. den sehr interessanten Aufsatz von G. HANEKAMP (1994) „*Chemismus – Der Mensch als chemische Reaktion*“.

- **Holismus**

Einige Wissenschaftstheoretiker haben versucht, der erwähnten Herkunftsfrage der Begriffe dadurch auszuweichen, indem sie erklärten, daß die in naturwissenschaftlichen Theorien vorkommenden Begriffe und Meßgrößen, wie die chemisch relevanten 'Atom', 'Dichte' oder 'Brechungsindex', nur im jeweiligen Theorienzusammenhang ihre Bedeutung erhalten würden. Es könne also nur die gesamte Theorie (oder wenigstens größere Teiltheorien) und nicht einzelne Sätze akzeptiert oder verworfen werden, wobei als Entscheidungsinstanz wieder die empirische Bewährung im Experiment gilt (daher der Name *Holismus*<sup>14</sup> für diese Richtung).

Dieses Verfahren reicht allerdings nicht aus, um aus dem Zirkel auszubrechen. Denn er bedeutet den *V e r z i c h t* auf jede definitorische Einführung von wissenschaftlichen Begriffen. Somit wird der Holist einerseits vom methodologischen Zirkel nicht befreit, denn die Experimente, mit deren Hilfe die Richtigkeit einer Theorie überprüft werden soll, können erst durch diese Theorie interpretiert werden. Andererseits verliert er aber zusätzlich jedes Rationalitätskriterium bei der Aufstellung von Theorien.

Die Aufstellung von Theorien und die Einführung von Begriffen ist aber keinesfalls willkürlich, irrational oder zufällig. Eine neue Theorie wird aufgestellt, *w e i l* ihre Vorgängerinnen versagt haben. Die neugemachten begrifflichen Unterscheidungen und Aussagen müssen wiederum entweder aus anderen "wahren" Theorien abgeleitet oder argumentativ gerechtfertigt sein, *n o c h b e v o r* sie sich im Experiment bewähren oder widerlegt werden.

## 1.4 To do is to be: Eine kulturalistische Alternative

Bevor wir resignierend die erwähnten erkenntnistheoretischen und methodologischen Probleme zu unüberwindbaren existentiellen Erkenntnisbarrieren unseres menschlichen Daseins erklären, wollen wir den Versuch unternehmen, sie zu überwinden, indem wir einen anderen Ausgangspunkt für unsere Betrachtungen auswählen. Als solcher kann die im vorigen Abschnitt erwähnte, allgemein anerkannte Zweckgebundenheit der wissenschaftlichen Beschäftigung mit dem "Menschen" dienen: Je nach dem untersuchten Teilaspekt können wir z.B. als Aufgaben der Wissenschaften "Physik", "Psychologie" und "Chemie" (und mit ihr auch "Biologie" und "Pharmakologie") die Unterstützung der Heilkunst bei der Beseitigung körperlicher, seelischer und stofflicher Störungen unseres "Menschseins" definieren. Auch wenn diese Definition noch viele Fragen offen läßt, soll sie hier als heuristisches Mittel dienen, um eine alternative erkenntnistheoretische Sicht zu etablieren: Akzeptieren wir nämlich diese Definition, so sind Aussagen und Theorien besagter Wissenschaften nichts anderes als die *M i t t e l* zur Erfüllung ihrer Aufgaben, und ihre Wahrheit beruht nicht auf einer wie auch immer vermittelten Entsprechung zur Realität, sondern lediglich auf ihrem praktischen *E r f o l g*. Diese alternative Betrachtung der Gültigkeit wissenschaftlicher Aussagen möchten wir als *Instrumentalismus* bezeichnen.

---

<sup>14</sup> Für eine ausführliche Darstellung des Holismus vgl. STEGMÜLLER 1983 II,2: 266 ff.



Allerdings soll sich der hier vertretene Instrumentalismus nicht in der Behauptung erschöpfen, naturwissenschaftliche Theorien seien bloß pragmatisch-konventionell und würden keinen Anspruch auf Wahrheit erheben (auch wenn diese Meinung unter empiristisch denkenden Naturwissenschaftlern verbreitet sein mochte). Wir möchten hingegen den Umstand hervorheben, daß die Naturwissenschaften keine natürliche Gabe des menschlichen Gehirns, sondern *Ergebnis gemeinschaftlichen Handelns* sind, d.h., daß sie von Menschen zur Erreichung von Zwecken erschaffen wurden. Diese Art von Wissenschaftstheorie verfolgt weder das naturalistische Ziel, den praktischen Erfolg der Wissenschaften mit ihrer "Entsprechung" zu einer objektiven Realität zu erklären, noch ein kulturelrelativistisches oder sozialkonstruktivistisches Programm, das das wissenschaftliche Geschehen auf kulturelle Gewohnheiten und Konventionen reduziert und somit jeden Anspruch auf Wahrheit und universelle Geltung wissenschaftlicher Aussagen aufgibt<sup>15</sup>. Diese *kulturalistische*<sup>16</sup> Wissenschaftstheorie

«weiß sich letztlich dem alten sokratisch-platonischen Programm verpflichtet, *Wissen* von bloßem Meinen und von Irrtum zu unterscheiden. Diese Unterscheidung soll durch *Begründungen* geleistet werden, die ihrerseits [...] für sich selbst stehen müssen. Wo der Naturalist und (in den meisten Spielarten) der Realist bei Nachfrage nach der *Begründung* seiner Erkenntnisphilosophie nur mit den Achseln zucken kann, kann der Kulturalist auf die auch vom Naturalisten geteilte *Praxis* verweisen. Diese Praxis ist immer *primär lebensweltlich* und beinhaltet ein hinreichendes Funktionieren gemeinschaftlicher Lebensbewältigung in Handlungs- und Kommunikationsgemeinschaften. Die über mythische, religiöse und philosophische Entwicklungsschritte verlaufende, kulturhistorisch späte [...] Entwicklung, Wissen durch Adäquatheit an das Vorgefundene im Wege der Abbildung zu verstehen, gleichsam eine partielle Strukturgleichheit von Vorgefundene und Gewußtem, ist jedenfalls indirekter auf Lebensbewältigung bezogen als die instrumentalistische Sicht, *Wissen als Verfügen über Mittel für verfolgte Zwecke* zu definieren. Wissen ist danach immer Wissen zum Handeln – nur eben selbstverständlich in unterschiedlichen Graden der Situationsbezogenheit und Allgemeinheit. Handlungkönnen, von den einfachsten Fähigkeiten wie Gehen und Schwimmen bis zu den elaboriertesten Künsten, Handwerken und Techniken, ist nicht prinzipiell getrennt von einem vermeintlichen Beschreibungs- oder Weltwissen, das traditionell mit den Elementarformen des Präzidierens an Exemplaren wie "Bicne" und "Wespe" beginnt und bis zu den anspruchsvollsten Theorien der Quantenphysik und Molekularbiologie reicht. Elementare Prädikationen wie theoretische Konstrukte in mathematischen Satzsystemen sind vielmehr [...] immer eingebettet in menschliches Handeln, in Aufforderungen und Befolgungen oder Verweigerungen, und schließlich in *Erfolg und Mißerfolg*. Der kulturali-

<sup>15</sup> Solche Ansätze sind in den Arbeiten von R. RORTY, K. CNORR-CETINA, B. LATOUR und S. WOOLGAR und auch im Werk des jüngst verstorbenen T.S. KUHN formuliert worden. Trotz der stark unterschiedlichen Standpunkte und Akzentsetzungen ist allen diesen Autoren gemeinsam, daß sie den Wissenschaftsbetrieb soziologisch oder historisch aus der Perspektive eines unbeteiligten Beobachters zu analysieren versuchen. Somit handeln sie sich erstens das Problem ein, daß der erkenntnistheoretische Status ihrer eigenen Aussagen über den Wissenschaftsbetrieb unklar bleibt, und zweitens verfehlen sie ihr eigentliches Ziel, denn die historische oder soziologische Aufklärung der wissenschaftlichen Entwicklung als Kulturprozeß erklärt trotzdem nicht, warum Wissenschaft überhaupt betrieben wird und nach welchen Kriterien die Wahl eines bestimmten Vokabulars erfolgt.

<sup>16</sup> Zum Terminus "kulturalistisch" vgl. JANICH 1992, 1996, HARTMANN und JANICH 1996.

stische Versuch läuft darauf hinaus, *alles Wissen auf Handlungserfolg und Mißerfolg zurückzuführen bzw. aus diesem zu begründen*.

Absolut- oder Letztbegründungen sind damit nicht angestrebt, weil es kein bedingungsloses Ge- und Mißlingen gibt. Andererseits steht auch dem stärksten und klügsten Individuum nicht alles handelnd zur freien Disposition, noch nicht einmal das prinzipiell kulturell verfügbare, weil er immer ein *Subjekt in einer Gemeinschaft* und in einer historischen Situation ist. Kein handelndes Subjekt wird sich, dauerhaft erfolgreich, auch nur partiell dauerhaft außerhalb der Handlungs- und Kulturgemeinschaft der anderen Menschen befinden können. Insofern ist der *Mittelweg zwischen Letztbegründung und Relativismus* auch der (kulturell) selbstverständlichste [...]» (HARTMANN und JANICH 1996 – typogr. Besonderheiten i. O.).

Die kulturalistische Wissenschaftstheorie betrachtet ihren Gegenstand nicht affirmativ, sondern *kritisch*. Sie bemüht sich, den Aufbau einer von ihr untersuchten, historisch gewachsenen Wissenschaft Schritt für Schritt *methodisch zu rekonstruieren*, um nachvollziehen zu können, welchem Zweck die in ihren Theorien vorkommenden terminologischen Unterscheidungen dienen und wie die Auswahl ihrer Methoden gerechtfertigt wird. Eine methodisch rekonstruierte Wissenschaft soll nicht nur eine von Mehrdeutigkeiten und logischen Zirkeln bereinigte Fachsprache erhalten, sondern darüber hinaus soll sie in die Lage versetzt werden, beim Erfüllen ihrer Aufgaben spekulative Sackgassen und Scheinprobleme vermeiden zu können.<sup>17</sup> Mit der methodischen Rekonstruktion wird also die am Anfang vertretene Auffassung von Philosophie um den Aspekt des Festlegens von Richtlinien für das vernünftige Reden erweitert.

#### 1.4.1 Exkurs: Die chemiebezogene wissenschaftstheoretische Literatur im Spannungsfeld zwischen Naturalismus und Kulturalismus

Wie schon in Abschnitt 1.1 erwähnt, ist der Umfang der chemiephilosophischen Literatur im Vergleich zur physik- oder biologiephilosophischen sehr bescheiden. Ein näheres Eingehen auf alle veröffentlichten Beiträge würde trotzdem den Rahmen dieser Einführung sprengen. Wir werden uns deshalb hier auf eine Handvoll repräsentativ ausgewählter Autoren und Meinungen beschränken. Die bisher veröffentlichten chemiephilosophischen Arbeiten sind mehrheitlich vom naturalistischen Geist "beseelt". Dazu gehören sowohl die Bemühungen einiger marxistischer Autoren wie SIMON, LAITKO und ROSENTHAL, als auch ein qualitativ heterogenes Gemenge "westlicher" Arbeiten. Obwohl die marxistischen Autoren die Wechselwirkungen zwischen Praxis und Theorie als fundamental für den Aufbau der Naturwissenschaften – und somit auch der Chemie – betrachten, können sie sich nicht von der Vorstellung einer objektiven, strukturierten Realität lösen, die den Rahmen für beides – Handeln und Denken – stellt. Dementsprechend erklärt SIMON (1977) die «theoretische Aneignung der objektiven Realität» zum Ziel jeden naturwissenschaftlichen Strebens. Aufgabe der Chemiephilosophie ist dann lediglich die Benennung der spezifisch chemischen Mo-

<sup>17</sup> Eine methodisch rekonstruierte Fachsprache wird auch *Orthosprache* genannt (vgl. a. LORENZEN 1987: 22 und HARTMANN 1990: 10 ff.).

mente der objektiven Realität, die theoretisch angeeignet werden sollen. Auf ein noch aussichtsloseres Unternehmen läßt sich ROSENTHAL (1982) ein, der das Verhältnis von Chemie und Physik als Verhältnis zweier verschiedener «Bewegungsformen der Materie» auszuweisen versucht. Abgesehen davon, daß die Erschließung der Bedeutung des Terminus “Bewegungsform der Materie” der Intuition des Lesers überlassen wird, fußen seine Überlegungen auf dem unreflektierten und naturalistischen Gebrauch von *theoretischen Konstrukten wie Atome, Ionen, Quanten*<sup>18</sup> usw. Entsprechend seinem morschen Fundament resultiert aus seinen Überlegungen lediglich eine scholastischen Hierarchisierung der Wissenschaften, ohne jedoch nur einmal die Frage nach den Rationalitätskriterien dieser Klassifizierung zu stellen, geschweige denn zu beantworten. LAITKO und SPRUNG schaffen sogar den Übergang zum Holismus, indem sie in einer erkenntnistheoretischen Diskussion des sogenannten *Meso-merie*-Effektes feststellen:

«Entwickelte Wissenschaften verknüpfen ihre Begriffe derart zu einem System, daß ein einzelner Begriff nicht mehr isoliert auf die Empirie bezogen werden kann. In der klassischen Chemie war es auf einer niedrigeren Ebene ähnlich [...]» (LAITKO und SPRUNG 1970: 105).

Die “westlichen” Arbeiten auf dem Gebiet der Wissenschaftstheorie der Chemie machen den größten Anteil an der chemiephilosophischen Literatur aus. Darunter fallen u.a. der Versuch einer holistischen Reformulierung der DALTONSchen Stöchiometrie von BALZER et al. (1987) und LAUTH (1989), einer Formalisierung des Periodensystems von HETTEMA und KUIPERS (1988), eine Arbeit von VAN BRAKEL (1986) über die Klassifikation chemischer Begriffe mit Hilfe der KRIPKESchen Systematik und die Überlegungen zum Reduktionismusproblem und zum Verhältnis Chemie/Physik von BUNGE (1982) und LIEGENER und DEL RE (1987). Allen diesen Arbeiten ist die unreflektierte Übernahme chemischer Fachbegriffe und die Verletzung des *Prinzips der methodischen Ordnung* gemeinsam. LAUTH z.B. will mit einem System von “stöchiometrischen Axiomen” eine Anzahl “empirischer Phänomene”, wie die Konstanz der Massen bei chemischen Reaktionen, und die konstanten und multiplen Proportionen von Verbindungen erklären (LAUTH 1989: 343). Da er die Behauptung der Chemiker, diese Phänomene hätten naturgesetzlichen Charakter, vorbehaltlos akzeptiert, entgeht es ihm, daß die entsprechenden Lehrsätze sich bei einer methodischen Rekonstruktion als *Normen* erweisen (s. Kapitel 4). Die in LAUTHS “Axiomen” auftretenden Wörter ‘chemische Formel’, ‘Atom-’ bzw. ‘Molekulargewicht’, ‘chemische Verbindung’ und ‘Element’ können erst nach der Formulierung dieser Normen definiert werden. Darüber hinaus verwendet LAUTH auch das Wort ‘Substanz’, ohne es – wie auch immer – definiert zu haben, was seine weiteren Ausführungen auf eine sehr wacklige Basis stellt.

<sup>18</sup> Zur übersichtlicheren Gestaltung des Textes gilt ab hier folgende Konvention: Termini, die im Laufe dieser Arbeit methodisch eingeführt werden sollen, aber aus Gründen der Textgestaltung vorausgreifend erwähnt werden, erscheinen in diesem Schriftbild (Courier kursiv). Bei ihrer ersten methodischen Einführung erscheinen sie in *Kursivschrift* (diese Konvention wird bereits umgesetzt), danach in Normalschrift. Termini, die hier nicht rekonstruiert werden, aber trotzdem zum chemischen Fachvokabular gehören sowie nicht besonders bekannte Termini anderer Wissenschaften erscheinen in “Anführungszeichen”. Termini anderer Wissenschaften erscheinen, insofern sie nicht näher erläutert werden, in Normalschrift (z.B. Geschwindigkeit).

Eine zweite Gruppe in der chemiephilosophischen Literatur bilden Arbeiten, die die realistische Art und Weise des Umgangs mit den theoretischen Begriffen der Chemie thematisieren und kritisieren, ohne jedoch im engeren Sinne antinaturalistisch vorzugehen. Der ohnehin magere Ertrag an chemiephilosophischen Arbeiten ist hier besonders bescheiden ausgefallen, deswegen möchten wir lediglich die Beiträge der Chemiker F. PANETH (1931) und H. PRIMAS (1985) und der Philosophin E. STRÖKER besonders hervorheben. PANETH bemüht sich um eine kontextgebundene Definition des Elementbegriffs einmal als

«Grundstoff [...], wenn die unzerstörbare, in Verbindungen und einfachen Stoffen vorhandene Substanz bezeichnet werden sollte, von einem einfachen Stoff dann, wenn die Erscheinungsform gemeint war, in der sich ein isolierter, mit keinem andern verbundener Grundstoff unsern Sinnen darstellt. Als Grundstoff können wir einem Element keine bestimmten Eigenschaften zuschreiben, da er zur Entstehung der unendlich mannigfaltigen Eigenschaften, die er allein und in Verbindung mit den andern Grundstoffen zeigt, beiträgt; als einfacher Stoff kann er, wie dies anfangs allgemein für jeden Stoff ausgeführt worden ist, unbeschadet der wissenschaftlichen Exaktheit durch Angabe seiner Eigenschaften charakterisiert werden. Beim Begriff des einfachen Stoffes dürfen wir im naiven Realismus verharren, beim Grundstoff aber dürfen wir seine Zugehörigkeit zu einer transzendenten, qualitätslosen Welt nicht übersehen, ohne sofort in Widersprüche zu geraten» (PANETH 1931: 117 – gesperrt i. O.).

Veranschaulicht wird dies am Gebrauch der Wörter “Kohlen” (einfacher Stoff) und “Kohlenstoff” (Grundstoff). PRIMAS plädiert für eine phänomenologische Chemie, eine “Chemie von oben” als Ergänzung der üblichen atomistischen und reduktionistischen Betrachtungsweise, die weitgehend auf atomistisches Vokabular verzichten soll:

«Es wäre [...] verheerend, wenn wertvolle autochthone Begriffe der Chemie eliminiert würden, nur weil sie in ein naturwissenschaftlich längst überholtes Reduktionsprogramm nicht hineinpassen. Das historische reduktionistische Leitbild beruhte auf der naiven Vorstellung, daß Theorien die an sich strukturierte Wirklichkeit auf den mathematischen Formalismus einer Theorie abbilden. [...] Die molekulare Sicht ist ein effizientes Werkzeug zur Beschreibung der materiellen Natur, aber sie ist notwendigerweise einseitig. [...] Das ist nicht so zu verstehen, daß es etwa Bereiche gäbe, in welchen die molekulare Sicht falsch wäre. Aber es gibt naturwissenschaftlich sinnvolle Fragen über die materielle Welt, die aus molekularer Sicht nicht gestellt werden können» (PRIMAS 1985: 165).

In ihren historisch/phänomenologischen Arbeiten hat E. STRÖKER nachweisen können, daß sich historisch vollzogene Theorienwechsel in der Chemie (wie z.B. im Fall der Phlogistontheorie) nicht auf neuartigen empirischen Erkenntnissen, sondern auf der Uminterpretation von Versuchsergebnissen beruhten. Auch wenn die phänomenologische Annäherungsweise die Frage nach den methodischen Gründen für solche Uminterpretationen oder Interessenverschiebungen nicht beantwortet, kann sie durch das Herausarbeiten der nichtempirischen Momente solcher Theorienumbrüche wichtige Impulse für eine methodische Rekonstruktion geben.

Zu der realismuskritisch eingestellten Gruppe gehören auch die Arbeiten von W. OSTWALD (vor allem sein FARADAY-Vortrag „*Elemente und Verbindungen*“ von 1904)

und das chemiephilosophische Werk des böhmischen Chemikers F. WALD (1861-1930), die sich gekannt und gegenseitig beeinflusst haben. Von einer positivistischen<sup>19</sup> Sicht ausgehend, haben beide in den chemischen Theorien ihrer Zeit erkenntnistheoretische Probleme diagnostiziert, die heute noch ihre Aktualität behalten haben. Es geht um Fragen wie: „Was macht einen chemischen Stoff aus?“ oder „Welchen Stellenwert haben Atome beim Aufbau einer chemischen Theorie?“ u.a. Der damals vorherrschende Positivismus hat sie allerdings daran gehindert, die von ihnen (besonders von WALD) erkannten Probleme im Sinne einer instrumentalistischen oder gar kulturalistischen Chemie zu lösen. WALD ging jedoch so weit, Ansätze einer – wie er sie nennt – „Chemie der Operationen“ zu entwerfen, die er aufgrund seiner Lebensumstände nicht ausgearbeitet hat<sup>20</sup>.

Als ein „Vorgänger“ einer methodisch aufgebauten Chemie kann auch die „*Alchemia*“ des aus Halle stammenden und in Rothenburg und Coburg tätigen Lehrers, Arztes und Chemikers ANDREAS LIBAVIUS (1550?-1616) angesehen werden. Er hat als erster den folgenreichen Schritt vom mittelalterlichen Gelehrten zum modernen, mit den Verfahren des stoffherstellenden und -verarbeitenden Handwerks arbeitenden Naturwissenschaftler gewagt. 1597 veröffentlicht er in Frankfurt in lateinischer Sprache die „*Alchemia*“, ein Werk, das die Auszeichnung als erstes chemisches Lehrbuch verdient. Der Grund dafür ist dabei nicht der Inhalt – das vermittelte Wissen. Die geistige Verwandtschaft zwischen der „*Alchemia*“ und einem modernen Lehrbuch der Chemie besteht im hier erstmals formulierten Anspruch, das zur Stützung a l l e r im weiteren Sinne als „chemisch“ geltenden Praxen dienende Wissen zusammenzutragen und systematisch aufzuarbeiten:

«Aristoteles berichtet, zu seiner Zeit habe die Dialektik mehr auf Einzelbeispielen als auf Regeln beruht. Wenn man von der Chymie das gleiche behauptet, geht man wohl nicht fehl. Von Beispielen für chemische Operationen wimmelt es an allen Ecken und Enden: Einzelheiten treten allenthalben in den Vordergrund; teilweise halten sie sich auch an entlegenen Stellen verborgen. Von allgemeinen Gesichtspunkten ist nichts zu hören, und es gibt keine Richtschnur, nach der sich die Einzeltatsachen einordnen und beurteilen ließen. Infolgedessen läßt es sich, wenn mehrere Vorschriften für denselben Stoff vorliegen, nicht leicht beurteilen, zu welchem Kapitel der Scheidekunst sie gehören oder mit welchem Namen sie zu bezeichnen sind, noch inwieweit sie sachgerecht beschrieben sind. Ja, falls etwa für einen einzelnen Stoff keine besondere Ausarbeitung vorliegen sollte, so ergibt sich die mißliche Lage, notgedrungen entweder auf seine Kenntnis ganz zu verzichten und damit seine Bereitung zu übergehen oder sich nach einem zweifelhaftem Vorbild umzusehen und einen Schuh nach dem Bild eines anderen Schuhs und nicht nach Vorschriften zu formen, oder von der Ansicht eines gleichermaßen unzuverlässi-

<sup>19</sup> Der Positivismus war eine im letzten Viertel des letzten und im ersten Viertel unseres Jahrhunderts verbreitete wissenschaftstheoretische Einstellung. Sie hat von den Wissenschaften die Fundierung ihres Wissens auf „Tatsachen“ gefordert und deswegen in wissenschaftlichen Theorien nur die Verwendung von „tatsächlich beobachtbaren“ Termini zugelassen. Wichtigste Vertreter des Positivismus waren A. COMTE, E. MACH und W. OSTWALD. Näheres zum Positivismus z.B. im „*Handlexikon zur Wissenschaftstheorie*“ (SEIFFERT und RADNITZKY 1989).

<sup>20</sup> Zu F. WALD s. a. RUTHENBERG und PSARROS 1994.

gen Lehrmeisters abzuhängen. Eine Abhilfe gegen diesen Mißstand meine ich in einem sachgerechten System der Scheidekunst erarbeitet zu haben.» (LIBAVIUS 1964: IX).

«Einige würden die Chymie in eine metallurgische und eine pharmazeutische unterteilt haben wollen; etliche werden einen dritten Teil über die Untersuchung von mineralischen Wässern verlangen und auch die Metallprobierkunst gesondert anhängen. Über diese Leute denke ich so wie über sonstige unmethodische Denker. [...] Und warum hätte ich eine besondere pharmazeutische Chemie abteilen sollen, da sich aus Metallen durch eine und dieselbe Präparierung Pharmaka gewinnen lassen? Ein und denselben Stoff verwendet der eine für wunderbare Metallarbeiten, ein anderer für die menschliche Gesundheit. Nicht zweimal oder von neuem sind hier Vorschriften zu geben. Eine einzige Operation braucht nur auf eine einzige Art an einer einzigen Stelle dargelegt zu werden, mag das Werk auch tausend verschiedenartigen Zwecken dienen.» (LIBAVIUS a.a.O.: XII)

Im Gegensatz zu seinem Lehrer PARACELsus und dessen in der Tradition des Meisters stehenden Schülern will LIBAVIUS zudem dieses Wissen allen wißbegierigen Menschen zugänglich machen. Niemand soll mehr genötigt sein, dafür Geld zu bezahlen oder Geheimhaltungseide zu schwören, und alle sollen in die Lage versetzt werden, selbst zu entscheiden, «ob die Essenz, die Tinktur und so weiter wirklich das ist, als was es gepriesen wird, oder aber nur ein ψεῦσμα» (LIBAVIUS a.a.O.: X). Als Lehrbuchautor ist LIBAVIUS nicht sonderlich daran interessiert, eigene "Forschungsergebnisse" zu publizieren, sondern die allgemeinen Umriss der neuen Wissenschaft darzulegen. Er greift also auf vorhandenes Wissen zurück, jedoch nur auf Wissen, das dem Anspruch auf universelle Geltung genügt:

«Ich wollte aber, auch Du bedächtest, daß ich mich nicht verpflichtet gefühlt habe, nach den Mysterien anderer Ausschau zu halten und mich um geheimgehaltene Verfahren zu kümmern, obwohl sie vielleicht erfolgreicher sein könnten. Warum? fragst Du. Sie sind von den Scheidekünstlern noch nicht erprobt worden. Um sie erproben zu können, müssen sie lange Zeit allgemein bekannt sein. Sie lassen sich folglich nicht zur Kunst rechnen, wenn sie geheim sind. Tüchtige Männer von edlem Charakter werden da, wo sie mich versagen sehen, entweder etwas Besseres veröffentlichten oder an mich zur Veröffentlichung in den Kommentaren schicken. Ich scheue nicht freimütige Urteile über meine Arbeiten, und ich werde nicht hartnäckig auf der Verteidigung meiner Irrtümer bestehen. Ich werde mich von jedem Kritiker, der dazu befugt ist, belehren lassen» (LIBAVIUS a.a.O.: XIII).

Anders als die bekanntesten "chemischen Verfahrenstechniker" der Renaissance BIRINGUCCIO, AGRICOLA und ERCKER<sup>21</sup> verkörpert LIBAVIUS den Typus des "echten" Wissenschaftlers, der sich als Mitglied einer "scientific community" versteht und mit seinen gleichen den wissenschaftlichen Austausch sucht. Daß sein Werk so konzipiert ist, daß es die "Promotion" eines jeden handwerklich und geistig versierten "Werkmannes" in den Kreis der "Philosophen" ermöglicht, stört ihn dabei nicht im Geringsten. Vielmehr ist die "Erhöhung" der Geistes, einhergehend mit der Vermittlung des allgemeinen Wissens um die «Erhöhung der Stoffe», sein ausdrückliches Ziel – und vielleicht die letzte, verklärte alchemistische Reminiszenz in seinem Werk:

«Auch das Urteil derjenigen Richter habe ich nicht zu fürchten, die sagen werden, durch meine Tätigkeit sei bewirkt worden, daß auch Metallhüttenleute und Werkleute, die bis jetzt fern der

---

<sup>21</sup> S. dazu PSARROS 1996.