

# Wissenschaftsgeschichte heute

Festschrift für Peter Lundgreen

Herausgegeben von

Jürgen Büschenfeld, Heike Franz  
und Frank-Michael Kuhlemann

---

Verlag für Regionalgeschichte  
Bielefeld 2001

the lifting of SED-control made critical research possible for the first time. But it also ought to be remembered that the institutional, personal and psychological price of this transition has been high and that many chances for innovation were lost. „We have made the transition from a communist university to a western style one“, the former president of the Humboldt-University, Marlies Dürkop pointed out correctly, „now we have to make Humboldt into a modern university“.<sup>46</sup> Under pressure of a growing number of striking students – all over Germany during the fall semester of 1997 – commentators gradually realized that a renewed political commitment was necessary to take this next step. Ultimately the academic transformation of the East will only be successful, if the incorporation of the new states leads to revival of a reform impetus that also addresses some of the long-postponed problems of the West.<sup>47</sup>

<sup>46</sup> Zitiert nach: Chronicle of Higher Education, summer 1995.

<sup>47</sup> R. ECKERT, Ein gescheiterter Neuanfang? in: Geschichte und Gesellschaft 20, 1994, S. 609-615.

## Der Wandel der Wissensformen

### Zur Vielfalt und Rationalität der Wissenschaftsgeschichte

Von  
MARTIN CARRIER

#### 1. Einleitung

Die historische Bildungsforschung zeigt einen (wenn auch nur schwach ausgeprägten) Zusammenhang zwischen der Ausweitung des Bildungswesens und dem Wirtschaftswachstum im 19. Jahrhundert.<sup>1</sup> Untersuchungen dieser Art stützen die Vermutung, daß wissenschaftliche Ausbildung den Leistungsstand einer Volkswirtschaft anhebt. Daneben kommt der Wissenschaft jedoch auch eine Bildungswirkung zu. Der Begriff der Bildung setzt den Gesichtspunkt der Entfaltung der Kräfte und Fähigkeiten des einzelnen neben die Ansprüche der Gesellschaft, die vor allem auf Einpassung in die Berufswelt gerichtet sind. Die Bildungswirkung der Wissenschaft beruht unter anderem darauf, daß sie zur Verbesserung des Verständnisses der natürlichen und technischen Umwelt beiträgt und den Blick schärft für methodische Charakteristika wie Objektivität durch wechselseitige Kritik, Begründungsbedürftigkeit von Behauptungen durch Erfahrung oder Systematisierung und Vereinheitlichung von Wissen durch übergreifende Theorien. Der Wissenschaftsgeschichte kommt dabei eine besondere motivierende Kraft für die Hinwendung zur Wissenschaft zu. Wer sich mit den Gründen befaßt, mit denen Galilei seine Auffassung verteidigte, daß sich die Erde doch bewege, findet einen ganz anderen Zugang zur Beschaffenheit des Planetensystems als derjenige, der sich leidenschaftslos aus gängigen Handbüchern über diesen Sachverhalt orientiert. Durch das Studium der erbitterten Auseinandersetzungen im Verlauf der Chemischen Revolution oder über

<sup>1</sup> Vgl. P. LUNDGREEN, Educational Expansion and Economic Growth in 19th Century Germany. A Quantitative Study, in: L. STONE (Hg.), Schooling and Society. Studies in the History of Education, Baltimore 1976, S. 20-66.

die Selektionstheorie läßt sich ein innigeres Verhältnis zur anorganischen Chemie und zur Entwicklung der Arten gewinnen als durch die gelassene Lektüre heutiger einführender Lehrbücher. Der Grund ist, daß die Wissenschaftsgeschichte in kaum geringerem Ausmaß als die allgemeine Geistesgeschichte durch einen Streit der Ideen charakterisiert ist. Nicht allein in der Philosophie treffen die Weltanschauungen aufeinander, nicht allein ethische oder politische Zielsetzungen kollidieren miteinander, auch in der Wissenschaftsgeschichte treten Theorien gegeneinander an und kollabieren Gedankengebäude unter der Wucht alternativer Denkansätze.

Die Entwicklung der Wissenschaft spielt sich im Dreieck von empirischer Feststellung, theoretischer Deutung und epistemischem Beurteilungsmaßstab ab. Keiner dieser Faktoren ist dem historischen Wandel entzogen, und ihre Änderungen bedingen sich häufig wechselseitig. Die Konzentration auf den Zusammenprall gegensätzlicher Theorieansätze rückt unausweichlich den wissenschaftlichen Irrtum in den Blickpunkt. Schließlich beinhaltet eine solche Gegensätzlichkeit, daß mindestens eine, möglicherweise aber alle beteiligten Positionen fehlerhaft sind. Interessant ist eine solche Konstellation dann, wenn der Irrtum nicht offenkundig und damit nicht trivial ist. Die Vielfalt der Wissenschaftsgeschichte dokumentiert sich wesentlich darin, daß verschiedene, miteinander unverträgliche und doch nicht von vornherein unplausible Deutungen eines gegebenen Phänomenbereichs miteinander rivalisieren. Die historische Darstellung zeichnet sich dadurch aus, daß sie auch fremdartige Gedankengebäude als kohärente, in sich stimmige theoretische Systeme aufzuweisen versteht.

## 2. Theorien, Tatsachen, Theoriebeladenheit von Tatsachen

Wissenschaftsgeschichte stellt sich keineswegs als bloße Chronologie der Entdeckungen dar, die lediglich Aufzeichnungen darüber versammelt, welcher Geistesriese durch sorgfältige Beobachtung welchen Sachverhalt ans Licht gebracht hat. Seit Beginn des 20. Jahrhunderts wurde demgegenüber zunehmend deutlich, daß dieser einseitig auf Faktizität setzende Ansatz der Komplexität der Wissenschaft nicht gerecht wird. Kant betont die Unzulänglichkeit einer bloßen Zusammenstellung von Tatsachen. „Die bloße Polyhistorie ist eine cyklopische Gelehrsamkeit, der ein Auge fehlt, das Auge der Philosophie.“<sup>2</sup> Dies gilt auch für die Historiographie. Wissenschaftsge-

<sup>2</sup> I. KANT, Logik (Jäsche), Kants Werke 9 (Akademie-Ausgabe), Berlin 1923, S. 45.

schichtsschreibung unter der Schirmherrschaft des Karteikastens fehlt das theoretische Auge. Wissenschaft hat nicht nur mit Tatsachen zu tun, sondern auch mit Ideen, mit übergreifenden Vorstellungen von der Beschaffenheit des betreffenden Phänomenbereichs.

Der zentrale Grund für die Unangemessenheit einer Fokussierung der Wissenschaftsgeschichtsschreibung auf Tatsachenentdeckungen ist, daß Tatsachen stärker theorieabhängig und in höherem Maße veränderlich und revidierbar sind als oftmals unterstellt. So geistert eine Vielzahl falscher Tatsachen durch wissenschaftliche Beobachtungsberichte. Nicole Oresme, einer der führenden Impetusphysiker des Mittelalters, berichtet um 1370 die erstaunliche Tatsache, daß heißes Ziegenblut Diamanten zu spalten vermag, während dieser der Kraft des Eisens ohne weiteres widersteht. Um eine Erklärung ist Oresme ebenfalls nicht verlegen. Es ist der natürliche Gegensatz der beiden Stoffe, der die Ruptur hervorbringt; Dinge, die in ihrer Natur eher miteinander übereinstimmen, können dagegen ohne weiteres koexistieren.<sup>3</sup> Die „Urzeugung“, also die spontane Entstehung von Lebewesen aus nichtorganischem Material, wurde ebenfalls beobachtet. Ende des 18. Jahrhunderts übten die Berichte John Needhams über seine mikroskopischen Beobachtungen der spontanen Bildung von Infusorien großen Einfluß auf die embryologischen Auffassungen der Zeit aus. Infusorien oder „Aufgußtierchen“ entwickeln sich in einem Aufguß von Wasser auf Erde, Stroh oder Heu. Im frühen 19. Jahrhundert galt es als zweifelsfrei feststehend, daß sich Fleisch durch längere Lagerung in der Sonne in Maden verwandelt. Um 1900 sorgte die Entdeckung der „N-Strahlen“ für großes Aufsehen in der wissenschaftlichen Welt. Der sensationelle Aufweis der „kalten Fusion“ 1989/1990 rundet diese Reihe von Nicht-Faktizitäten ab.

Beobachtungen können in mehrfacher Hinsicht falsch sein. Sie können unpräzise und mit zufälligen Fehlern behaftet sein, sie können aber auch systematische Fehler beinhalten. Darin drückt sich ein theoretischer Einfluß auf Beobachtungen aus, der auch deutlich werden läßt, auf welchem Wege Tatsachen wieder aus der Welt verschwinden können. Hintergrund ist der Umstand, daß wissenschaftlich signifikante Größen häufig nicht dem unmittelbaren Augenschein zugänglich sind, sondern durch Beobachtungs- und Meßverfahren erschlossen werden müssen. Diese Verfahren beruhen ih-

<sup>3</sup> Vgl. M. CLAGETT, Nicole Oresme and the Medieval Geometry of Qualities and Motions. A Treatise on the Uniformity and Difformity of Intensities Known as Tractatus de configurationibus qualitatum et motuum, Madison 1968, S. 245.

rerseits typischerweise auf der Anwendung wissenschaftlicher Theorien. Die Messung von Stromstärken mit einem Amperemeter oder von Strahlungsintensitäten mit einem Halbleiterzähler macht Gebrauch von Theorien, die die Funktionsweise der Instrumente beschreiben und ihren Einsatz für die betreffenden Zwecke rechtfertigen. Die Datengrundlage wissenschaftlicher Theorien entsteht in der Regel durch Anwendung wissenschaftlicher Theorien. Solche Theorien der Beobachtungs- oder Meßgeräte werden Beobachtungstheorien genannt; sie erlauben es, die Kausalkette zu verfolgen, die von dem zu registrierenden Ereignis zu der Anzeige des Geräts führt.<sup>4</sup>

Systematische Beobachtungsfehler entstehen, wenn eine falsche Theorie als Beobachtungstheorie herangezogen wird. Solche Fehler sind nicht Ergebnis mangelnder Sorgfalt im Beobachtungsprozeß, sondern entspringen einer Fehldeutung der betreffenden Beobachtungs- und Meßverfahren. Ich erläutere dies anhand des Beispiels der Affinitätstheorie, der im 18. Jahrhundert vorherrschenden Theorie der chemischen Bindung und Reaktion. Die Vorstellung war, daß chemische Prozesse durch kurzreichweitige Kräfte zwischen Substanzpartikeln bestimmt sind, eben den Affinitäten oder Wahlverwandtschaften. Im einzelnen wurde unterstellt, daß Affinitäten substanzspezifische, invariante Sättigungskräfte sind: Sie hängen von den beteiligten Substanzen ab, sind für ein gegebenes Paar von Substanzen konstant und vermögen nicht mehr als eine gewisse maximale Menge einer Substanz zu binden.

Die Stärke von Affinitäten wird durch Substitutionsreaktionen ermittelt. Ein Eisennagel in einer Kupfersulfatlösung (aufgefaßt als Verbindung von Kupfer und Schwefelsäure) überzieht sich mit einer Kupferschicht, während Eisen in Lösung geht. Die Interpretation lautete, daß die Affinität von Schwefelsäure zu Eisen größer ist als die Affinität dieser Säure zu Kupfer, so daß das Eisen von der Säure gebunden wird und das freigesetzte Kupfer als Niederschlag ausfällt. Schematisch gesprochen: Wird eine Substanz *B* durch Zugabe eines Stoffes *C* aus einer Verbindung mit der Substanz *A* verdrängt (also bei einer Reaktion des Typs  $AB + C \rightarrow AC + B$ ), so besitzt *A* eine größere Affinität zu *C* als zu *B*. Dieser Befund wird durch eine sogenannte Affinitätstafel wiedergegeben, die die betreffenden Stoffe nach ihrer Substituti-

<sup>4</sup> Vgl. M. CARRIER, *The Completeness of Scientific Theories. On the Derivation of Empirical Indicators within a Theoretical Framework: The Case of Physical Geometry*, Dordrecht 1994, S. 9-19.

onskraft anordnet. Der angegebene schematische Befund führte danach auf die Affinitätstafel: *A: C, B*.

Daneben treten die sogenannten doppelten Affinitäten, die die wechselseitige Zerlegung zweier Verbindungen bestimmen sollten. Schematisch geht es dabei um Reaktionen des Typs:  $AB + CD \rightarrow AC + BD$ . Ein Beispiel ist die Reaktion von Natriumsulfat mit Kaliumchlorid ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{KCl} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaCl}$ ). Diese doppelten Affinitäten wurden zwar von den für die einfachen Substitutionsreaktionen einschlägigen Verwandtschaften unterschieden, waren jedoch auf gleiche Weise als substanzspezifisch invariante Kräfte konzipiert. Die angegebene schematische Reaktion führt entsprechend auf die folgenden Affinitätsbeziehungen für die einschlägigen doppelten Verwandtschaften: *A: C, B; B: D, A; C: A, D; D: B, C*.<sup>5</sup>

Die Chemie des 18. Jahrhunderts bestand zu einem nicht geringen Teil aus solchen Affinitätstafeln. Diese galten in ihrer Epoche als bloßer Ausdruck des Tatsächlichen; es sollte sich um nichts als geordnete Beobachtungen handeln. Erst in der retrospektiven Analyse tritt die Irrigkeit dieses Urteils zutage. Die Affinitätstafeln ließen nämlich Faktoren wie die Mengen der beteiligten Stoffe oder die vorherrschenden Temperaturen völlig außer Betracht, welche jedoch tatsächlich von maßgeblichem Einfluß auf das Reaktionsgeschehen sind. Zwar behalten die in den Tafeln niedergelegten Ergebnisse dann eine gewisse Aussagekraft, wenn eines der Reaktionsprodukte aus dem Reaktionsbereich entfernt wird (also etwa als Niederschlag ausfällt wie Kupfer im genannten Beispiel). Aber in allen anderen Fällen üben die einschlägigen Konzentrationen (die sogenannte Massenwirkung) oder die vorherrschenden Temperaturen einen deutlichen Einfluß auf das Reaktionsgeschehen aus (so auch in dem genannten Beispiel einer doppelten Zerlegung). Welche Reaktion (überwiegend) abläuft, ist wesentlich von diesen variablen Umständen abhängig. Da die Affinitätstafeln diese wichtigen Einflußfaktoren nicht erfassen, enthalten sie keine Resultate, die aus heutiger Sicht interpretationsfähig wären. Generell gesprochen geben Affinitätstafeln keine signifikanten Größen wieder, sondern listen die Ergebnisse einer Mehrzahl von Faktoren auf, deren Ausprägung im Einzelfall unbekannt ist.

<sup>5</sup> Vgl. DERS., *Die begriffliche Entwicklung der Affinitätstheorie im 18. Jahrhundert. Newtons Traum – und was daraus wurde*, in: *Archive for History of Exact Sciences* 36, 1986, S. 327-389, S. 342-366; vgl. DERS., *Newton's Ideas on the Structure of Matter and their Impact on Eighteenth Century Chemistry: Some Historical and Methodological Remarks*, in: *International Studies in the Philosophy of Science* 1, 1986, S. 85-105, S. 92-98.



Affinitätstafeln beruhen auf der Annahme, daß der Ablauf chemischer Reaktionen durch substanzspezifisch invariante Kräfte bestimmt ist, und unter dieser Voraussetzung stellen sie ein sinnvolles Mittel zur Bestimmung der betreffenden Größen dar. Die Affinitätstheorie dient hier entsprechend als Beobachtungstheorie für Affinitäten. Durch die spätere Aufgabe der Theorie als irrig verliert das auf ihrer Grundlage spezifizierte Meßverfahren seine Relevanz. Durch den Wandel von Beobachtungstheorien kann also eine ganze Klasse von Erfahrungsdaten als irreführend aus der Wissenschaft ausgeschlossen werden. Der Einfluß von Beobachtungstheorien beinhaltet die Möglichkeit systematischer Fehler in der Datengrundlage von Theorien. Anders als die zuvor erwähnten Nachlässigkeiten sind derlei systematische Fehler offenbar nicht durch sorgfältigeres Registrieren zu vermeiden, sondern allein durch verbessertes Theoretisieren. Es hilft gar nichts, genauer hinzuschauen. Wenn man die Daten mit den Mitteln der Affinitätstheorie interpretiert, dann ist schließlich das vorgestellte Meßverfahren nicht ohne Plausibilität.

### 3. *Anachrone und diachrone Historiographie*

Die nähere Betrachtung der Wissenschaftsgeschichte zeigt entsprechend, daß eine Fokussierung auf das Registrieren von Tatsachen den historischen Abläufen nicht gerecht wird. Tatsachen sind theoriebeladen und können durch theoretische Analyse als irrig und nicht bestehend aufgewiesen werden. Tatsachen sind durch Theorien revidierbar. Daraus folgt, daß Theorien für den Gang der Wissenschaft wesentlich und daher auch Gegenstand der Wissenschaftsgeschichtsschreibung sind. Allerdings fand in der traditionellen Wissenschaftsgeschichtsschreibung nicht selten nur eine einzige Theorie in jeder Disziplin Berücksichtigung, nämlich die für richtig gehaltene Theorie. In dieser gelegentlich als „anachron“ bezeichneten Historiographie bildet die Gegenwart den Ausgangspunkt des Interesses an der Vergangenheit.<sup>6</sup> Die rückblickende Perspektive dominiert; Gegenstand der historischen Betrachtung sind die Vorformen und Entwicklungsstufen des anerkannten Lehrbuchwissens. Große Wissenschaftler sind dadurch ausgezeichnet, daß sie einen Baustein in das gegenwärtig akzeptierte Theoriengebäude einfügten.

<sup>6</sup> Vgl. H. KRAGH, *An Introduction to the Historiography of Science*, Cambridge 1987, S. 88.

Anachrone Historiographie ist typischerweise mit einer bestimmten Auffassung von der Beschaffenheit der Wissenschaftsgeschichte verbunden. Sie geht nämlich mit der sogenannten Akkumulationstheorie einher, derzufolge sich das Wachstum theoretischen Wissens als beständiges Anhäufen zutreffender Einsichten darstellt. Der wissenschaftliche Fortschritt zeichnet sich durch die Zunahme definitiver Erkenntnisse aus, und diese sind eben dadurch charakterisiert, daß an ihnen im Zuge der späteren Entwicklung festgehalten wird. Zwar werden dem Wissensbestand beständig neue, vertiefte Einsichten hinzugefügt, aber nichts, was einmal mit dem Gütesiegel der wissenschaftlichen Erkenntnis versehen wurde, wird später wieder zurückgenommen oder aufgegeben. Wissenschaftlicher Fortschritt besteht im anhaltenden Aufschichten verlässlicher geistiger Besitztümer.

Zwar geht es auch beim akkumulativ gedeuteten Fortschritt nicht ganz ohne Rückzüge ab, diese sind jedoch im wesentlichen auf die Eingrenzung des Geltungsbereichs einer Theorie beschränkt. Wissenschaftlicher Fortschritt besteht danach im Kern im Gewährwerden von Geltungsgrenzen sowie in dem nachfolgenden Versuch, die Ausnahmen in eine modifizierte Theorie einzuschließen.<sup>7</sup> Der Geltungsbereich der Theorie wird zwar verengt, aber im Kern nicht angetastet. Zwar hat z.B. die Newtonsche Mechanik eine solche Einschränkung auf (gegen die Lichtgeschwindigkeit) kleine Geschwindigkeiten und (gegen atomare Dimensionen) große Längen hinnehmen müssen. Aber innerhalb dieses Bereichs bleibt sie richtig. Weder Relativitätstheorien noch Quantenmechanik haben die Gültigkeit der Newtonschen Mechanik erschüttert; sie haben nur ihren legitimen Anwendungsbereich verkleinert.

Die Akkumulationstheorie des wissenschaftlichen Fortschritts zeichnet eine anachrone Historiographie aus, die leicht zu einer Verengung des Gesichtswinkels führt. Die Dominanz der gegenwärtigen Vorstellungswelt läßt möglicherweise einseitig diejenigen Aspekte der historischen Entwicklung in den Vordergrund treten, die sich als Vorstufen des heutigen Kenntnisstands deuten lassen. Anachron geprägte Wissenschaftsgeschichtsschreibung läuft Gefahr, aus der Fülle der in einer Epoche verbreiteten Ansichten nur denjenigen Vorstellungen Beachtung zu schenken, die (zumeist noch in

<sup>7</sup> Vgl. P. DUHEM, *Ziel und Struktur der physikalischen Theorien*, Hamburg 1978 (Erstausgabe 1906), S. 38 u. S. 234; vgl. M. SCHLICK, *Form und Inhalt. Eine Einführung in philosophisches Denken*, in: DERS., *Philosophische Logik*, hg. v. B. PHILIPPI, Frankfurt 1986 (Erstausgabe 1938), S. 110-222, S. 203.

veränderter Gestalt) bis zur Gegenwart weiterwirkten. Auf diese Weise wird eine „Pappelalleeperspektive“ erzeugt, in der nur das sichtbar bleibt, was zu uns Heutigen hinführte, während die weite Landschaft abseits der Hauptstraße den Blicken entzogen wird. Die Vergangenheit erscheint als Rückverlängerung der Gegenwart, und das primäre Interesse einer derartigen Geschichtsschreibung besteht in der Identifikation von Vorläufern.

Ein Beispiel einer massiv retrospektiv geprägten Deutung ist die folgende Einschätzung der Newtonschen Optik. Newton vertrat die Ansicht, Licht bestehe aus Korpuskeln, die bei ihrer Bewegung durch das umgebende Medium Erschütterungen in diesem auslösten, welche sich nach Art einer Schallwelle ausbreiteten. Der Strom der Lichtteilchen ist danach also von einer wellenförmigen Störung des Mediums begleitet. Dieser Theorieansatz wird von Edward da Costa Andrade wie folgt gewürdigt. „In den meisten Büchern wird festgestellt, daß Newton einen Lichtstrahl als einen Strom kleiner Teilchen betrachtete . . . Tatsächlich jedoch verlieh Newton bei der Erklärung einiger Experimente . . . dem Licht nicht allein Teilchen-, sondern auch Welleneigenschaften. Im vergangenen Jahrhundert und den ersten Jahren dieses Jahrhunderts glaubten alle Wissenschaftler, daß Licht aus einer besonderen Art von Wellen bestehe; aber nun herrscht die Überzeugung, daß Licht einige Teilchen- und einige Welleneigenschaften besitzt, was genau der von Newton gezogenen Schlußfolgerung entspricht.“<sup>8</sup>

Hier wird der Eindruck vermittelt, daß Newton weiter blickte als das gesamte 19. Jahrhundert und daß erst das 20. Jahrhundert seine kühnen Visionen einzulösen vermochte. Newtons Genius eilte dem Wissensstand seiner Zeit um volle zwei Centennien voraus. Aber Newtons optische Theorie nimmt in keinem auch nur entfernt plausiblen Sinne den Welle-Teilchen-Dualismus der Kopenhagener Deutung der Quantenmechanik vorweg. Eine solche Interpretation scheiterte bereits daran, daß Newton die Welleneigenschaften (die überdies longitudinal und nicht etwa transversal konzipiert waren) dem umgebenden Medium, und nicht etwa dem Lichtstrahl selbst zuschreibt. Historiographisch dominiert hier erkennbar das Bemühen, den großen Wissenschaftler durch seine Antizipation des gegenwärtigen Kenntnisstandes auszuzeichnen.

Dem anachronen Zugang steht eine „diachron“ geprägte Historiographie gegenüber, die auf die Rekonstruktion von Theorien aus deren jeweiligem

<sup>8</sup> E.N. DA C. ANDRADE, *Sir Isaac Newton. His Life and Work*, New York 1958, S. 65-66.

Selbstverständnis zielt und ihre Integration in das System des Wissens ihrer Zeit aufzeigen will. In dieser Zugangsweise setzt man an den seinerzeit verfügbaren Daten an und zieht die Weltsicht der Epoche in Betracht. Statt aus der Vorläuferperspektive werden Theorien aus der Binnenperspektive als in sich stimmige Aussagenzusammenhänge rekonstruiert. Insbesondere werden inzwischen aufgegebenen Theorien nicht als Ausdruck von Voreingenommenheit oder Aberglauben abgetan. Diachrone Historiographie sucht statt dessen, durch eine gleichsam authentische Rekonstruktion von Theorien deren Kohärenz und Plausibilität unter Beweis zu stellen.<sup>9</sup>

Allerdings behält auch eine anachrone Perspektive durchaus ihre Berechtigung; es ist unangebracht und tatsächlich unmöglich, den Blick aus der Gegenwart gänzlich zu verstellen. Erstens kann eine rückblickende Perspektive durchaus angemessene Fragestellungen eröffnen. Es ist klarerweise legitim, die Anfänge einer gegenwärtig relevanten Theoriebildung zu untersuchen. Methodologisch angreifbar wird eine solche Zugangsweise erst, wenn man den Unterschied zwischen gegenwärtiger und zeitgenössischer Relevanz aus dem Blick verliert.

Ein literarisches Beispiel für einen gelungenen Anachronismus findet sich in der Vierten Szene von Bernard Shaws Theaterstück „Die Heilige Johanna“. Dort fassen die Handelnden das Geschehen unter Begriffe, die erst zu einem späteren Zeitpunkt geprägt werden, zeigen aber diese Verschiebung der Epochenperspektive explizit an. Der Graf von Warwick und der Bischof von Beauvais charakterisieren nämlich Johannas theologisches Verständnis als „Protestantismus“ und ihren politischen Ansatz als „Nationalismus“ – unter ausdrücklicher Anerkennung der anachronen Verzerrung:

*Warwick:* „Ich würde es Protestantismus nennen, wenn ich dafür einen Namen finden müßte.“

*Cauchon:* „Nennt diesen Teil ihrer Ketzerei Nationalismus, wenn Ihr wollt, ich kann Euch keinen besseren Namen dafür finden.“

Ein einfacher Kaplan bringt dagegen in seinem Unverständnis die zeitgenössische Perspektive zum Tragen:

*Kaplan:* „Ich begreife nicht, was Eure Herrlichkeiten unter den Ausdrücken Protestant und Nationalist verstehen.“<sup>10</sup>

<sup>9</sup> Vgl. KRAGH, Introduction, S. 89-90; vgl. M. CARRIER, *Some Aspects of Hélène Metzger's Philosophy of Science*, in: G. FREUDENTHAL (Hg.), *Études sur/Studies on Hélène Metzger*, Leiden 1990, S. 135-150, S.136-138.

<sup>10</sup> B. SHAW, *Die Heilige Johanna*, Berlin 1925, S. 141-142.

Beim Prozeß gegen Johanna greift der Bischof den Vorwurf des Protestantismus wieder auf und stößt bei den Beisitzern auf Unverständnis:

*Die Beisitzer:* „Protestantismus! Was war das? Was will der Bischof damit sagen? Ist das eine neue Ketzerei? . . . Habt Ihr jemals etwas von Protestantismus gehört?“<sup>11</sup>

Das Geschehen wird hier in rückblickender Sicht gedeutet, wobei das Erstaunen der Zeitgenossen den retrospektiven Charakter anzeigt. Die implizite Behauptung ist, daß wesentliche Merkmale der Vorgänge erst vor der Folie der späteren Entwicklung hervortreten. Ein Anachronismus dieser Art ist nicht zu kritisieren.

Zweitens zielt anachrone Historiographie legitimerweise auf den Aufweis von Entwicklungslinien. Ein solcher Aufweis verlangt, daß man epochenübergreifende Zusammenhänge herstellt und sich damit von einer strikt kontemporären Perspektive löst. Das skizzierte Beispiel der Heiligen Johanna enthält durch die Verwendung der Begriffe „Protestantismus“ und „Nationalismus“ eine solche Verknüpfung historischer Epochen. Dabei verdienen zwei charakteristische Unterschiede zwischen diachronem und anachronem Zugang Beachtung. Zum einen wird die Entwicklung diachron eher kausal als teleologisch dargestellt: Die spätere Theorie entwickelt sich aus der früheren, die frühere entwickelt sich nicht auf die spätere hin. Zum anderen werden keineswegs allein solche Entwicklungslinien betrachtet, die in der Gegenwart enden. In diachroner Perspektive handelt es sich beim Übergang von der Aristotelischen Physik zur mittelalterlichen Impetus-theorie um einen historischen Prozeß von gleicher Art wie die Weiterentwicklung der Wellentheorie des Lichts zur Photonenkonzeption der Quantentheorie. Es spielt also keine Rolle, daß von der erstgenannten Entwicklungslinie keine Spur im heutigen Kanon des Wissens verblieb, während die zweite als ein auf die gültige Erkenntnis der einschlägigen Zusammenhänge konvergierender Prozeß erscheint.

Drittens ist ein strikt diachroner Zugang gar nicht realisierbar, und die durch einen solchen gewonnenen Ergebnisse wären nicht mitteilbar. Zum einen kann der Historiker anfangs die kontemporäre Perspektive offenbar gar nicht einnehmen. Inhalt und Umfeld der Theorie erschließen sich erst als Folge des vertieften Eindringens in die einschlägigen Quellen. Zu Beginn muß daher zwangsläufig der retrospektive Zugang dominieren, so daß eine

<sup>11</sup> Ebd., S. 171.

durchgehend diachrone Historiographie ausgeschlossen ist. Zum anderen wäre eine Rekonstruktion unter Beschränkung auf die Binnenperspektive für alle Nicht-Fachleute unverständlich, da sie sich heute ungebräuchlicher Begriffe bediente und vor einem heute vergessenen Wissenshintergrund argumentierte. Die wissenschaftshistorische Darstellung muß also stets auch auf die moderne Sicht des betreffenden Gegenstandsbereichs zurückgreifen. Andernfalls blieben wesentliche Charakteristika der einschlägigen Konzeptionen für den gegenwärtigen Betrachter fremd und unzugänglich.<sup>12</sup>

Insgesamt ist daher das Ansetzen am gegenwärtigen Wissenshintergrund in mehrerlei Hinsicht berechtigt oder gar unabweisbar. Wesentlich ist aber, an der Unterscheidung zwischen den Ansichten und Maßstäben der untersuchten Epoche und denen der Gegenwart festzuhalten. Die Maxime lautet: Soviel Binnenperspektive wie möglich und soviel retrospektive Rekonstruktion wie nötig.

#### 4. Theoretischer Wandel und der Verlust wissenschaftlicher Begriffe

Es versteht sich, daß die Unterscheidung zwischen retrospektivem und kontemporärem Blickwinkel nur relevant ist, wenn der Theorienwandel tiefgreifende begriffliche und inhaltliche Umbrüche einschließt. Das Bemühen um die Binnenperspektive ist nur dringlich, wenn die Akkumulationstheorie falsch ist. In deren Licht wäre die Sichtweise der gegenwärtigen Wissenschaft allein verbindlich. Der Modus des Theorienwandels bestünde nur in der Eingrenzung anfangs überzogener Ansprüche, die sich entsprechend lediglich dem unterstellten Geltungsbereich nach, nicht aber im inhaltlichen Verständnis, von den gegenwärtigen Anschauungen unterscheiden. Tatsächlich trifft die Akkumulationstheorie nicht zu. Die Wissenschaftsgeschichte umfaßt grundlegende Umwälzungen, die substantielle theoretische Rücknahmen beinhalten und sich nicht als bloße Eingrenzung des Anwendungsbereichs und entsprechend als Erhaltung im Grenzfall rekonstruieren lassen.

Ein Beispiel ist die für die Aristotelische Physik zentrale Unterscheidung zwischen natürlichen und erzwungenen Bewegungen, welche im Rahmen der Newtonschen Dynamik nicht einmal näherungsweise oder im Grenzfall reproduzierbar ist. Natürliche Bewegungen umfassen diejenigen Bewegungsformen, die den Körpern ihrer Natur nach zukommen. Diese Bewegungsformen werden angenommen, wenn keine anderen, „gewaltsamen

<sup>12</sup> Vgl. KRAGH, Introduction, S. 104-105.

Einflüsse“ vorliegen. Natürliche Bewegungen streben dem „natürlichen Ort“ des bewegten Körpers zu. Jedem Typus von Körpern entspricht ein ihm eigener, seinem Wesen angemessener Ort im Universum. Für die schweren Körper, die aus den Elementen Erde und Wasser bestehen, ist dies der Mittelpunkt des Universums, der mit dem Zentrum der Erde zusammenfällt. Der natürliche Ort der leichten Körper, nämlich Luft und Feuer, befindet sich im Bereich zwischen Erdoberfläche und Mondbahn. Bei dieser natürlichen Bewegung haben die Körper ein Prinzip der Bewegung in sich selbst; der Ursprung der Bewegung oder ihre Quelle liegt im Körper. Bei Erreichen des natürlichen Orts kommen die Körper zum Stillstand; sie haben ihr Ziel erreicht. Bei erzwungenen Bewegungen werden sie hingegen von einer äußeren Prozeßquelle angetrieben. Die erzwungene Bewegung geht auf äußere Kräfte zurück.<sup>13</sup>

Der Grund dafür, daß diese Unterscheidung im gegenwärtigen, von der klassischen Mechanik geprägten Begriffssystem nicht darstellbar ist, besteht in jeweils unterschiedlichen und tatsächlich unverträglichen Gleichartigkeitsbeziehungen. Der Aristotelische Begriff der „Bewegung“ bezieht sich auf Wandel und Veränderung generell, nicht allein auf die Ortsbewegung, also die Ortsveränderung von Körpern. Natürliche Bewegungen stellen sich demnach als die Gesamtheit der Prozesse dar, deren Ursprung in den betreffenden Körpern liegt und ihrer Natur entspricht. Andere Formen natürlicher Bewegung sind Wachstum (wie das Sprießen der Eiche aus der Eichel), Temperatúrausgleich (wie das Abkühlen eines frisch geschmiedeten Eisenstabs) oder auch die Gesundung eines kranken Menschen. Alle diese Veränderungen sind ebenso asymmetrisch wie das einsinnige Streben des Körpers zu seinem natürlichen Ort. Die Eichel strebt ihrer Natur nach dem Zustand der Eiche entgegen, das Eisen nimmt von Natur aus die Temperatur der Umgebung an, der Mensch wird von selbst gesund. Die umgekehrte Entwicklung ist entweder unmöglich oder nur durch äußeren Eingriff zu bewerkstelligen. So scheitert die Rückverwandlung der Eiche in die Eichel, Feuer oder Eis sind erforderlich, um Eisen aus seinem natürlichen Wärmezustand herauszureißen, und der Mensch wird durch schädliche äußere Einflüsse krank. Die Ortsbewegung gliedert sich in dieses Spektrum ein; sie weist insbesondere die charakteristische Asymmetrie auf: Die Bewegung auf den natürlichen Ort zu (also der Fall schwerer Körper) geht von selbst vor sich und entspricht der Natur des betreffenden Objekts; die Umkehrung (also die

<sup>13</sup> Vgl. ARISTOTELES, Physikvorlesung, Berlin 1972, II.1, S. 192b, VIII.4, S. 254b.

Aufwärtsbewegung) verlangt den Rückgriff auf zusätzliche Einflußfaktoren. Der senkrechte Wurf als eine durch eine äußere Kraft erzwungene Bewegung ist also von dieser Phänomengruppe aus fallenden Eisenstäben, keimenden Eicheln und genesenden Grippekranken geschieden.

Diese Gleichartigkeitsbeziehungen sind in der modernen Zugangsweise durch andersartige Vereinheitlichungen ersetzt. Aus gegenwärtiger Perspektive haben Ortsbewegung, thermische Ausgleichsprozesse, biologisches Wachstum und Rekonvaleszenz nichts Signifikantes miteinander gemein. Hingegen gehört der freie Fall aus der Sicht der klassischen Mechanik in die gleiche Klasse von Bewegungen wie der senkrechte Wurf; in beiden Fällen handelt es sich um Bewegungen unter dem Einfluß konstanter äußerer Kräfte. In beiden Sprachsystemen sind daher die Urteile über die Gleich- oder Verschiedenartigkeit von Gegenständen oder Prozessen drastisch verschieden. Was im einen Sprachsystem von gleicher Art ist, gilt im anderen als verschieden. Daher hat der Begriff der natürlichen Bewegung kein Gegenstück in der neuzeitlichen Physik. Von einer Erhaltung im Grenzfall kann entsprechend keine Rede sein. Es handelt sich um einen fundamentalen Umbruch, in dem der Wandel der Weltbilder Ausdruck findet.<sup>14</sup>

Kennzeichnend für tiefen nichtakkumulativen Wandel dieses Typs ist, daß theoretisch wesentliche Größen bzw. Begriffsbildungen spurlos aus der Wissenschaft verschwinden. Sie werden gleichsam in ihre Einzelaspekte aufgelöst und zu neuen Begriffsbildungen zusammengesetzt. Die unterschiedlichen Anwendungsfälle des Begriffs der natürlichen Bewegung verlieren das sie umschließende gemeinsame Band; statt dessen werden Gruppen solcher Anwendungsfälle mit anderen, zuvor als andersartig eingestufteten Umständen verknüpft. Andererseits ist theoretischer Wandel keineswegs immer von begrifflichen Umwälzungen dieser Art begleitet. Die Einheitlichkeit einer theoretischen Größe mag durchaus erhalten und ihre Signifikanz entsprechend bewahrt bleiben. Aber auch in diesen Fällen kann sich die Deutung einer Größe im theoretischen Wandel grundlegend verschieben. Die Phänomene beim Durchtritt von Licht durch bewegte, durchsichtige Körper (wie strömendes Wasser) sind hier einschlägig. Diese Effekte wurden in der ursprünglichen Interpretation durch Augustin Fresnel 1818 als Ausdruck einer partiellen Mitführung des Äthers durch das bewegte Medium aufgefaßt, sie werden bei Hendrik Lorentz 1892 auf die Änderung dielektrischer Ei-

<sup>14</sup> Vgl. T.S. KUHN, What are Scientific Revolutions? in: L. KRÜGER u.a. (Hg.), The Probabilistic Revolution 1: Ideas in History, Cambridge 1987, S. 7-22, S. 9-11 u. S. 19-20.



genschaften der strömenden Substanz zurückgeführt (während der Äther selbst in Ruhe verharrt) und gelten schließlich bei Albert Einstein 1905 als Folge der relativistischen Geschwindigkeitsaddition (während der Äther insgesamt verabschiedet wird).<sup>15</sup>

In diesem Beispiel wird die betreffende Größe zwar auf jeweils andersartige Weise interpretiert, verliert aber trotz dieser radikalen Umdeutung nicht ihre Einheitlichkeit. In allen Fällen wird an einer einzigen theoretischen Grundlage für die Gesamtheit der einschlägigen optischen Effekte festgehalten; diese wird lediglich jeweils unterschiedlich angesetzt. Im Fall der Aristotelischen Physik löst sich eine Klasse von Phänomenen hingegen in ihre Bestandteile auf; der betreffende Begriff wird nicht nur umgedeutet, sondern geht verloren. Der Einwand mag nahe liegen, daß ein solcher Begriffsverlust höchstens im Verhältnis von antiker und neuzeitlicher Wissenschaft zu beklagen sein dürfte, nicht aber innerhalb der neuzeitlichen Wissenschaft auftritt.

Tatsächlich tritt gleiches jedoch auch im Beispiel der Affinitätstheorie auf. Wahlverwandtschaften im Sinne der Affinitätstheorie und deren empirische Umsetzung durch Substitutionsreaktionen sind grundsätzlich fehlgeleitete Konzepte, die in den nachfolgenden Theoriebildungen spurlos verschwinden. Dabei geht es nicht darum, daß die den Ablauf chemischer Reaktionen bestimmende Größe keine Kraft, sondern eine Energie ist. Wesentlich ist statt dessen, daß der Ablauf chemischer Reaktionen wesentlich von zusätzlichen Umständen beeinflußt ist und nicht exklusiv auf die Beschaffenheit der beteiligten Stoffe zurückgeführt werden kann. Die Abhängigkeit von den Konzentrationen der Stoffe (die Massenwirkung) und der herrschenden Temperatur entzieht der Affinitätstafel als fester Reihung von Substitutionsvermögen jede Grundlage. Affinitätstafeln messen keine Größe, die sich aus gegenwärtiger Perspektive in anderer Deutung als sinnvoll erweisen ließe; den chemischen Substitutionskräften entspricht modern keine einheitliche Größe.

Der Chemiker Dietrich Karsten bringt 1803 diese begriffliche Umwälzung, die sich als Folge von Claude Berthollets Entdeckung der Massenwirkung 1798 abzeichnete, beredt zum Ausdruck: „Alle unsere bisher ange-

<sup>15</sup> Vgl. M. CARRIER, *New Experimentalism and the Changing Significance of Experiments: On the Shortcomings of an Equipment-Centered Guide to History*, in: M. HEIDELBERGER, F. STEINLE (Hg.), *Experimental Essays – Versuche zum Experiment*, Baden-Baden 1998, S. 175-191, S. 186-187.

nommenen Verwandtschaftsgesetze, alle Verwandtschaftstafeln, die Frucht vieler thatenvoller Jahre des vorigen Jahrhunderts, können . . . nicht mehr bestehen . . . so bleibt uns nur die traurige Gewißheit, daß alle unsere bisher über diesen Gegenstand angestellten Untersuchungen . . . vergebens unternommen wurden; daß die Verhandlungen darüber zum großen Theil unnützer Weise unsere Archive füllen, . . . daß auch nicht eine Spur von unseren vorigen Begriffen von Wahlverwandtschaft mehr zu finden ist.“<sup>16</sup>

Als Folge des Sturzes der zentralen einschlägigen Prinzipien hat sich der Begriff der Affinität aufgelöst. Die substanzspezifisch invariante Sättigungskraft, die die chemische Reaktion und Bindung regierte, ist aus der Chemie verschwunden.

### 5. Der Wandel der Anforderungen und Beurteilungsstandards

Die Wissenschaftsgeschichte ist nicht allein durch inhaltliche Verschiebungen dieser Art charakterisiert. Eine zusätzliche Dimension der Variabilität bilden die Anforderungen, die an die Wissenschaft insgesamt oder an besondere Theoriebildungen gestellt werden. Unterschiedliche Anforderungen bringen dabei insbesondere wechselnde Beurteilungsstandards mit sich. Wenn von einer Theorie anderes verlangt wird, wird sie auch an anderen Maßstäben gemessen. Ein Wechsel dieser Art ist kennzeichnend für die Abgabe an die sogenannte Prinzipienchemie in der Chemischen Revolution Ende des 18. Jahrhunderts.

Die Chemische Revolution stellte einen grundsätzlichen Umbruch der Chemie dar und wurde zwischen 1775 und 1790 von Antoine de Lavoisier ins Werk gesetzt. Im prärevolutionären Stadium befaßte sich die Chemie primär mit der Erklärung der Eigenschaften chemischer Stoffe. Eine der zentralen Herausforderungen bestand in der Erklärung des Zusammenhangs zwischen den Eigenschaften der Ausgangsstoffe einer Reaktion und deren Produkten. Im Rahmen der Prinzipienchemie wurden abstrakte, nichtstoffliche Größen unterstellt, die sogenannten Prinzipien, die als Träger allgemeiner Eigenschaften galten. Eigenschaften dieser Art sind Festigkeit, Brennbarkeit, ölig-fettige Beschaffenheit usw. Ein Prinzip umfaßt jeweils mehrere solcher Eigenschaften; das Prinzip „Phlogiston“ drückte etwa die Eigenschaften der Brennbarkeit und der ölig-fettigen Beschaffenheit aus.

<sup>16</sup> D.L.G. KARSTEN, *Bemerkungen über Berthollets chemische Affinitätslehre*, in: *Allgemeines Journal der Chemie* 10, 1803, S. 135-156, S. 136f.



Die empirischen Stoffe verdanken ihre Eigenschaften der Tatsache, daß sie die jeweiligen Prinzipien enthalten. Gute Brennbarkeit zeigt entsprechend einen hohen Phlogistonanteil an. Bei chemischen Reaktionen werden die Prinzipien zwischen den beteiligten Substanzen übertragen. Die Prinzipien galten dabei als abstrakte Größen, von denen nicht gefordert wurde, daß sie in reiner Form im Labor auffindbar sein sollten. Im Gegenteil; sie sollten die Eigenschaften empirischer Substanzen erklären und konnten daher nicht selbst empirische Substanzen sein.

In der Chemischen Revolution wurde der gesamte prinzipienchemische Ansatz aufgegeben. Als Gegenstände der Chemie galten nunmehr ausschließlich die empirisch nachweisbaren Stoffe. Die fehlende Isolierbarkeit der Prinzipien in Laboruntersuchungen wurde jetzt als schlagender Einwand gegen deren Existenz aufgefaßt. Der Begriff des chemischen Elements wandelte sich damit in charakteristischer Weise. Während ein Prinzip elementar in dem Sinne ist, daß es eine Erklärungsgrundlage für eine Vielzahl von Eigenschaften bildet, wurden im Vollzug der Chemischen Revolution nur noch solche Substanzen als Elemente akzeptiert, in die sich Stoffe zerlegen lassen, die aber selbst nicht mehr in andere Stoffe zerlegbar sind. Mit der Absage an die Prinzipien wandelten sich auch die Erklärungsziele der Chemie und damit die Kriterien zur Beurteilung chemischer Theorien. Zuvor galt es als primäre Aufgabe solcher Theorien, die Eigenschaften der Stoffe zu erklären. Gegenstand der Chemie waren die Gründe dafür, daß bestimmte Stoffe hart, brennbar, flüchtig oder metallisch sind, sowie dafür, daß sich diese Eigenschaften im Verlauf von Reaktionen in bestimmter Weise ändern. Erklärungen in der Chemie sind entsprechend danach zu beurteilen, in welchem Maße sie den Stoffqualitäten und deren Wandel Rechnung zu tragen vermögen. Nach der Chemischen Revolution trat dieser Erklärungsanspruch stark in den Hintergrund; tatsächlich wäre die neue Chemie dieser Herausforderung auch nicht gewachsen gewesen. Statt dessen wurde die Erklärung von Reaktionsgewichten verlangt, die zuvor nur eine höchst randständige Rolle gespielt hatten. Erst nach der Chemischen Revolution bildete es einen schwerwiegenden Einwand gegen einen Erklärungsvorschlag, daß dieser mit den Reaktionsgewichten nicht in Einklang stand.<sup>17</sup>

Ein zweites Beispiel einer wichtigen methodologischen Verschiebung ist

<sup>17</sup> Vgl. T.S. KUHN, Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen, Frankfurt 1976, S. 119-120; vgl. DERS., Objektivität, Werturteil und Theoriwahl, in: DERS., Die Entstehung des Neuen, hg. v. L. KRÜGER, Frankfurt 1978, S. 421-445, S. 439f.

der Einsatz des Experiments als Mittel der Naturforschung. Dieser Einsatz verlangte die Aufgabe der erwähnten Aristotelischen Unterscheidung zwischen natürlichen und künstlichen oder erzwungenen Prozessen. Natürliche Prozesse haben „ein Prinzip der Bewegung in sich selbst“, künstliche sind durch äußere Einflüsse bestimmt. Diese Unterscheidung hat eine weitere im Gefolge, nämlich die Trennung zwischen *natura* und *ars*, also zwischen Naturobjekten und Artefakten und entsprechend zwischen Naturwissenschaft und Technik. Naturwissenschaft hat es ausschließlich mit Gegenständen zu tun, die sich von selbst verändern oder ihrer Natur nach wirken. Wird ein Objekt äußeren Zwangsbedingungen unterworfen, so werden die ihm eigenen Eigenschaften verändert und verzerrt. Unter künstlich verformten Bedingungen findet man daher keinen Zugang zur Beschaffenheit der Naturobjekte. So wirkt der Hebel wider die Natur. Die Drehung des Hebels um einen festen Punkt ist nicht in seiner natürlichen Beschaffenheit begründet; diese nämlich hätte eine geradlinige Abwärtsbewegung bewirkt. Mit naturwidrigen Mitteln läßt sich kein Aufschluß über die naturgemäßen Ablaufformen von Prozessen erhalten.<sup>18</sup>

Ein Beispiel für die strikte Scheidung der Wirkungen natürlicher und künstlicher Bewegungen ist das Argument von Nicolaus Copernicus, eine bewegte Erde sei keineswegs von den zentrifugalen Bewegungen begleitet wie sie für rotierende Gefäße oder im Kreis geschleuderte Körper kennzeichnend seien: „Wenn dagegen jemand meinte, es drehe sich die Erde, so wird auch der in jedem Falle sagen, diese Bewegung sei eine natürliche, nicht eine gewaltsam herbeigeführte. Was aber der Natur gemäß ist, schafft gegensätzliche Wirkungen im Vergleich zu dem, was gemäß gewaltsamer Einwirkung eintritt . . . Grundlos also ist die Befürchtung des Ptolemaeus, die Erde und alle Gegenstände auf ihr könnten auseinandergerissen werden, wenn eine Umdrehung von ihr durch Wirkung von Natur hervorgebracht wäre, die dann von ganz anderer Art ist als die eines Machwerks, oder was mit Hilfe von Menschengest so zu erreichen wäre.“<sup>19</sup>

Naturprozesse sind von anderer Beschaffenheit als Artefakte; ihre Charakteristika und Wirkungen stimmen nicht überein. Die Folge ist, daß künstliche Eingriffe kein Mittel der Naturerkenntnis sein können.

Die Überwindung der Trennung zwischen Naturwissenschaft und Tech-

<sup>18</sup> Vgl. ARISTOTELES, VIII.4, S. 255 a.

<sup>19</sup> N. COPERNICUS, Das neue Weltbild, hg. v. H.D. ZEKL, Hamburg 1990 (Originalausgabe 1543), S. 113.

nik und entsprechend die Legitimation des Einsatzes des Experiments für Zwecke der Naturerkenntnis geht wesentlich auf Galileo Galilei, Francis Bacon und René Descartes zurück. Insbesondere Bacon rückt den Gedanken in den Vordergrund, daß die Zusammenstellung von Beobachtungen als Grundlage der Naturphilosophie nicht hinreicht und daß darüber hinaus künstliche Versuche vonnöten sind: „Wie nämlich im politischen Leben der Geist eines jeden und das verborgene Wirken seiner Neigungen und Affekte besser hervortreten, wenn dieser mehr in das bunte Treiben hineingestellt ist als für gewöhnlich, so offenbart sich in ähnlicher Weise das Verborgene der Natur mehr durch das Drängen der Kunst, als wenn alles seinen natürlichen Lauf geht.“<sup>20</sup>

Es sind die außergewöhnlichen Herausforderungen, in denen der Mensch seinen wahren Charakter offenbart. Analog tritt auch das Wesen der Natur unter solchen Bedingungen besonders deutlich zutage, die im gewöhnlichen Naturlauf fehlen.

Die zweite von Bacon herangezogene Metapher ist die des Gerichtsprozesses. In der strengen Prüfung durch Verhör und Kreuzverhör bringen die Anwälte die Wahrheit zuverlässiger ans Licht, als wenn sie die Zeugen freisprechen ließen. Ebenso wie solche Verhörtechniken den Zeugen Aussagen entlocken, die sie aus freien Stücken nicht zu machen gewillt sind, wird auch die Natur durch den Eingriff des Experiments veranlaßt, ihre verborgenen Kunstgriffe zu offenbaren. Die Zwangsbedingungen des Experiments fordern die Natur heraus, ihre Finessen offenzulegen und auf diese Weise ihr inneres Wesen zu entschleiern. Das Experiment fordert den Einfallsreichtum der Natur heraus, so daß sich die gleichsam in Fesseln gehaltene Natur zu tiefgreifenderen Äußerungen verleiten läßt, als wenn sie sich selbst überlassen bliebe.<sup>21</sup>

Damit ist die Ausbildung der neuzeitlichen Naturwissenschaft in den ersten Jahrzehnten des 17. Jahrhunderts mit einer erkenntnistheoretischen Innovation verknüpft, die die traditionelle Gegensätzlichkeit von *natura* und *ars* in ein Verhältnis gegenseitiger Abhängigkeit überführt. Danach kann der

<sup>20</sup> F. BACON, Neues Organon 1, hg. v. W. KROHN (lat./dt.), Hamburg 1990 (Originalausgabe 1620), I. §98.

<sup>21</sup> Vgl. W. KROHN, Die Natur als Labyrinth, die Erkenntnis als Inquisition, das Handeln als Macht: Bacons Philosophie der Naturerkenntnis betrachtet in ihren Metaphern, in: L. SCHÄFER, E. STRÖKER (Hg.), Naturauffassungen in Philosophie, Wissenschaft und Technik 2. Renaissance und frühe Neuzeit, Freiburg 1994, S. 59-100, S. 78-83.

künstliche Eingriff in Naturprozesse zur Naturerkenntnis führen: Das Experiment wird zu einem Mittel der Naturforschung. In Aristotelischer Orientierung gälten alle sorgfältig kontrollierten Versuche dagegen wenig; sie befaßten sich bloß mit Artefakten und verfehlten die Charakteristika des Naturlaufs.

### 6. Wissenschaftsgeschichte und Wissenschaftsphilosophie

Die Vielfalt der Theorieinhalte, der Anforderungen an die Wissenschaft sowie der methodologischen Orientierungen mag den Gedanken nahelegen, die Wissenschaftsgeschichte zerfalle in eine Zahl disparater Unternehmungen, die jeweils eigene Ziele verfolgten und ihre Resultate nach besonderen Kriterien beurteilten. Entgegen diesem Anschein läßt sich die Wissenschaftsgeschichte jedoch durchaus als Ausdruck einheitlicher Beurteilungsstandards und als Manifestation von Erkenntnisfortschritt rekonstruieren. Neben die historische Darstellung tritt dann die philosophische Rekonstruktion aus epistemischem Blickwinkel. Geltungsfragen entziehen sich nicht selten dem sicheren Urteil der Zeitgenossen. Allein in der Retrospektive kann man verlässlich feststellen, daß Affinitätstafeln auf einer irrigen Beobachtungstheorie beruhen. Tatsächlich sprengt diese Beurteilung der Gültigkeit die Grenzen der Historiographie generell. Selbst in anachroner Betrachtungsweise ist die zentrale Kategorie der Einfluß auf die Gegenwart, nicht die Wahrheit. Fragen der Richtigkeit von Theorien und Probleme ihrer Beurteilung oder epistemischen Überlegenheit werden statt dessen in wissenschaftsphilosophischer Zugangsweise behandelt.

In dieser Perspektive geht es um die Beurteilbarkeit einer Abfolge von Theorien nach objektiven, erkenntnisorientierten Kriterien, die sich auf die empirische Leistungsfähigkeit und die theoretische Eignung beziehen. Die Wissenschaftsentwicklung zeigt einen Zuwachs der solcherart bestimmten methodologischen Qualifikation und beinhaltet damit einen Erkenntnisfortschritt. Im einzelnen bestehen wissenschaftliche Theorien eine wachsende Zahl empirischer Prüfungen und zeichnen sich durch zunehmende begriffliche Einheitlichkeit aus. Der Wissenschaft gelingt mit immer weniger Prämissen die Erklärung immer größerer Erfahrungsbereiche. Die Erklärungskraft der Theorien steigt also an.

Dieser Erkenntnisfortschritt zeigt sich konkret anhand der folgenden Merkmale. Erstens wächst die Fähigkeit zur theoretischen Ableitung von Befunden, also die Anwendungsbreite wissenschaftlicher Theorien, was

zweitens mit einer Steigerung der Präzision einhergeht und drittens mit einer Erweiterung der Möglichkeiten menschlichen Eingreifens verbunden ist. Endlich nimmt viertens auch die begriffliche Einheitlichkeit oder Kohärenz des Theoriengeflechts zu. Im Verlauf des Theorienwandels wurden wiederholt bedeutende theoretische Vereinheitlichungen erreicht.<sup>22</sup>

Fortschritt hinsichtlich empirischer Leistungsfähigkeit und begrifflicher Einheitlichkeit drückt einen Zuwachs objektiver Qualifikation von Theorien aus. Überdies ist diese Qualifikation inhaltlich mit dem Ziel der Erkenntnisgewinnung verknüpft; es handelt sich um eine epistemisch relevante Auszeichnung. Weiterhin wird Fortschritt in diesem Sinne faktisch erreicht; es handelt sich also nicht um eine utopische Vorgabe. Die Wissenschaft liefert nachweisbar stärker umfassende und zusammenhängende Erklärungen. Es sind damit unsere eigenen, gegenwärtig verfolgten epistemischen Zwecke, die an den Ablauf der Wissenschaftsgeschichte herangetragen werden und vor deren Hintergrund sich die Geschichte als Fortschritt erweist.<sup>23</sup>

Ungeachtet der disparaten Beschaffenheit der von den handelnden Wissenschaftlern selbst verfolgten epistemischen Absichten, qualifizieren sich die von ihnen erbrachten Leistungen doch auch in dem heute für relevant gehaltenen Sinn als Erkenntnisfortschritt. Galilei strebte nach alternativlosen und in diesem Sinne notwendigen Wahrheiten, Kepler sah sich den geometrischen Gedanken Gottes bei der Schöpfung auf der Spur, Newtons wesentliches Anliegen war es, den Eingriff Gottes in den Naturlauf zu dokumentieren. Alles dies ist zentraler Bestandteil der historischen Darstellung – und fällt in der philosophischen Rekonstruktion heraus. In dieser ist allein von Belang, daß sich die im Verfolg dieser Anliegen formulierten Theorieansätze auch in der gegenwärtig akzeptierten epistemischen Perspektive als überlegen erwiesen. Auf dieser Ebene geht es um die rekonstruierten guten Gründe, nicht um die authentischen Beweggründe.<sup>24</sup>

Es ist eine rationale Rekonstruktion dieses Musters, in der sich die Einheit der Wissenschaftsgeschichte manifestiert. Trotz aller begrifflichen Verwer-

<sup>22</sup> Vgl. L. LAUDAN, *Explaining the Success of Science: Beyond Epistemic Realism and Relativism*, in: J.T. CUSHING u.a. (Hg.), *Science and Reality. Recent Work in the Philosophy of Science. Essays in Honor of Ernan McMULLIN*, Notre Dame Ind. 1984, S. 83-105, S. 89.

<sup>23</sup> Vgl. DERS., *Beyond Positivism and Relativism*, Boulder 1996, S. 138.

<sup>24</sup> Vgl. M. CARRIER, *Wissenschaftsgeschichte, rationale Rekonstruktion und die Begründung von Methodologien*, in: *Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie* 17, 1986, S. 201-228, S. 207-210.

fungen und inhaltlichen Umwälzungen wächst die Leistungsfähigkeit wissenschaftlicher Theorien in einem spezifischen, präzise angebbaren Sinn mit der Zeit an. In einer solchen Rekonstruktion aus epistemischer Perspektive erweist sich die Vereinbarkeit des Reichtums und der Vielfalt des wissenschaftlichen Wandels mit der Einheitlichkeit der wissenschaftlichen Methode und der Kohärenz des theoretischen Fortschritts.