

# THE SHAPE OF EXPERIMENT

Was ist der Ertrag der neueren Studien zur Geschichte des Experiments? Wie hat sich unser Bild von Wissenschaft verändert, seitdem Ian Hacking's Satz, „die Experimentiertätigkeit führt ein Eigenleben“, zur programmatischen Formel für Untersuchungen zur Wissenschaftsgeschichte wurde? Welche Bilanz ist aus den Arbeiten zu ziehen, die im Gefolge von Steven Shapin und Simon Schaffer's *Leviathan and the Air Pump* (1985) sowie Peter Galison's *How Experiments End* (1987) entstanden sind?

Bei der Beantwortung dieser Fragen geht es dieser Tagung weder um eine weiterentwickelte Philosophie des wissenschaftlichen Experimentierens, noch um eine Rückkehr zu den großen Wissenschaftserzählungen. Vielmehr sollen charakteristische Konfigurationen der Experimentalisierungsgeschichte seit 1800 benannt werden. Die Leitfrage ist: Was sind die typischen Formen des Experiments, die sich in diesem Zeitraum in der gemeinsamen und getrennten Geschichte von Wissenschaft, Kunst und Technik herausgebildet haben?

## Hintergrund

In den letzten zehn bis fünfzehn Jahren sind eine Reihe wissenschaftssoziologischer und -historischer Studien veröffentlicht worden, deren zentrales Thema das Experiment war. Am Beispiel einzelner Laboratorien und Versuchsaufbauten haben diese Studien vor allem die „materielle Kultur“ des Experimentierens thematisiert. Zu einem Experiment gehören demnach zunächst die Instrumente und Werkzeuge auf dem Tisch eines Wissenschaftlers, sodann die Modellorganismen, die technischen Infrastrukturen und selbst die Architektur eines Labors. Darüber hinaus werden auch Verfahren zur Registrierung und Berechnung von Daten sowie die Interaktion mit Wissenschaftlerkollegen, Technikern und Studenten zur materiellen Kultur des Experimentierens gezählt. Diese Orientierung an der Materialität wissenschaftlicher Praxis hat u.a. mit sich gebracht, daß Experimente in neuartiger Weise kontextualisiert werden. Besonders die Abhängigkeit einzelner Versuchsanordnungen von übergreifenden Systemen der Verkehrs- und Informationstechnik ist in den Blick getreten. So sind einzelne Laboratorien in den dichten Kontext urbaner Landschaften gerückt worden, deren Infrastrukturen bestimmte Experimente erst möglich machen, diese aber – gleichsam im Gegenzug – auch mit der Herausforderung neuartiger Störgrößen (Lärm, Erschütterungen usw.) konfrontieren. In ähnlicher Weise ist die Rolle von Computern und Computer-

netzwerken für das Entstehen von neuen, zugleich partikularen und fachübergreifenden Disziplinen (der Bioinformatik z.B.) dargestellt worden. Daneben haben die jüngeren Studien zur Geschichte des Experiments auch den Zugang zu einer „Ästhetik des Experimentierens“ eröffnet. Demzufolge war es z.B. gerade die Individualität bestimmter Gesten von Wissenschaftlern, mit der im 19. Jahrhundert die Präzision von Experimenten hergestellt und gesichert wurde. Aus der erhöhten Aufmerksamkeit für die Prozesse der Verschriftlichung und Visualisierung von experimentellen Befunden haben sich auch neue Perspektiven für eine Literatur- und Kunstgeschichte experimenteller Praktiken ergeben. Dem Experiment entsprechen demnach nicht nur bestimmte Genres wissenschaftlicher Veröffentlichungen (u.a. die „Vorläufige Mitteilung“, das „Abstract“), sondern auch eine eigene Ikonographie, deren übergeordneter Zweck in der Sichtbarmachung des Unsichtbaren, des Unbekannten, des Neuen erkannt werden kann.

Wenn die verstärkte Aufmerksamkeit für die Materialität des Experiments zunächst Einzelstudien notwendig gemacht hat, so stellt sich mittlerweile allerdings die Frage nach den übergreifenden Gesichtspunkten solcher Studien. Was fehlt, ist eine Art historisch-vergleichender Formenlehre des Experiments, die an die Ergebnisse der Einzelstudien anschließt, zugleich aber über diese hinausgeht, um so zu den charakteristischen Konfigurationen der Experimentalisierungsgeschichte vorzudringen, die weitere Studien in diesem Feld anregen und ausrichten können. Die folgenden drei Abschnitte wollen dafür Anregungen geben.

### *Die „materielle Logik“ des Experiments*

Auf der begrifflichen Ebene wird zwischen dem Demonstrationsexperiment und dem Experiment als Mittel der Hypothesenprüfung, zwischen dem Selbstversuch, dem Gedankenexperiment, dem standardisierten Test usw. unterschieden. Was die unterschiedlichen Arten experimentellen Tuns angeht, so hat Mirko Grmek mit Blick auf die Geschichte der Lebenswissenschaften folgende Unterteilung vorgeschlagen: 1. das ungestörte experimentelle Ausprobieren, 2. das analogische und/oder elementare qualitative Experimentieren, 3. das quantitative Experimentieren, 4. den wissenschaftlichen Empirismus, 5. das systematische Experimentieren. In noch anderer Perspektive wurde das „moderne“ vom „nicht-modernen Experiment“ abgegrenzt. Während ersteres auf einer Trennung von Labor und Gesellschaft, von Tatsachen und Werten sowie von Natur und Kultur basiert, ist letzteres als ein entgrenztes „soziotechnisches Experiment“ (Latour) zu verstehen, das „in Echtzeit und im Maßstab 1:1“ durchgeführt wird – und damit retrospektiv auch unsere Sichtweise auf die scheinbar moderne Form des Experimentierens verändern kann.

So hilfreich diese begrifflichen, systematischen und chronologischen Unterscheidungen sind, sie bewahren oft einen deutlichen Abstand zur konkreten Materialität einzelner Versuchsaufbauten. Sind die typischen Formen von Experimenten aber nicht auch

und gerade an dieser Materialität abzulesen? Auf einem Labortisch steht beispielsweise ein Gefüge aus Chronoskop, Fallapparat, Telegraphentaster und Rheochord, wie es im späten 19. Jahrhundert zur Messung von Reaktionszeiten beim Menschen verwendet wurde. Wirft man ein Tuch über den Arbeitstisch, wird der Umriß eines dreidimensionalen Körpers sichtbar. Solche Körper entstehen in der Geschichte der experimentellen Wissenschaften in großer Zahl: jedes Forschungsfeld, sei es die Physiologie, die Chemie oder die Molekularbiologie, trägt dazu bei. Demnach hänge die Form von Experimenten vom „Knochen- und Muskelsystem“ solcher Körper (Instrumente usw.) ebenso ab wie von ihren „Gefäßsystemen“ (z.B. Kabel, Schläuche).

Die Frage ist allerdings, ob der visuelle Umriß eines „Versuchskörpers“ ausreicht, um die Form des Experiments zu erfassen. Zum einen gehören oft Komponenten zum Experiment, die in der Regel nicht auf dem Labortisch stehen (Energiequellen, menschliche Beobachter), oder so flach sind, daß ihre äußere Gestalt eher unauffällig ist (Protokolle, Notizen). Zum anderen siedeln sich Formen nicht nur auf der Ebene sichtbarer Körperlichkeit an, sondern verweisen, wie vor allem George Spencer-Brown gezeigt hat, auf Netze von Unterscheidungen, die aller Sichtbarkeit vorausliegen. In Experimenten werden in der Regel als „natürlich“ eingestufte Phänomene und Prozesse isoliert, zerlegt, entkoppelt und auf andersartige Weise wieder assoziiert, kombiniert und variiert. Einzelne Bestandteile der Experimentalanordnung werden dabei miniaturisiert und komprimiert, andere ausgedehnt und vergrößert. Manche Abläufe im Experiment unterliegen einer Beschleunigung, andere der Verlangsamung. Lassen sich in der Vielfalt solcher Konjunktionen und Disjunktionen bestimmte Arten „experimenteller Synthesen“ ausmachen, die das wissenschaftliche Erkennen in den letzten 200 Jahren bestimmt haben? Kann aus der historisch jeweils spezifischen Assoziation des Heterogenen so etwas wie eine materiell fundierte Logik wissenschaftlicher Tatsachen abgeleitet werden?

### *Die Organisation des Experimentierens*

Laboratorien sind immer wieder mit Fabriken verglichen worden. Auch die neueren Studien zur Experimentalisierungsgeschichte des 19. und frühen 20. Jahrhunderts legen nahe, daß sich in dieser Zeitspanne ein Übergang von einzelnen „handwerklichen“ Versuchen zum „fabrikmäßigen“ Experimentieren vollzogen hat. In den 1840er Jahren führte Emil Du Bois-Reymond seine Versuche zur „thierischen Elektrizität“ noch in der eigenen „Stube“ durch. Das Bestreben, solche Versuche in größerem Maßstab durchzuführen, resultierte nach zähem Ringen schließlich im Bau des Berliner Instituts für Physiologie. Diese „Fabrik“ brachte zwar die angestrebte Ausweitung der Forschung, bedeutete aber zugleich einen Bruch mit den Idealen des Experimentierens: Statt zur Bildung ganzheitlich durchgebildeter Naturforscher beizutragen, produzierte der entfaltete Laborbetrieb physiologische Erkenntnisse nur noch als „Dutzendware“. Dennoch wurde das Berliner Institut zu einer Modelleinrichtung, an der sich spätere Laboratorien (u.a. Pawlows) ausrichteten.

Neben der Fabrik ist es Foucaults „Panopticon“, das – wenn auch in etwas anderem Zusammenhang – als eine der prägenden Formen wissenschaftlicher Wissensproduktion identifiziert worden ist. Auf einer Sternwarte des 19. Jahrhunderts wurde die Arbeit durch eine disziplinäre Ordnung bestimmt, mit der das Zusammenwirken von Astronomen, Assistenten und Instrumenten so organisiert werden konnte, daß eine weitgehende Austauschbarkeit von Beobachtern gewährleistet war. Schaffer hat nahegelegt, diese Ordnung als „panoptisches Regime“ zu verstehen: Die astronomischen Beobachter folgten einer streng geregelten Praktik des Sehens, die dazu führte, daß sie selbst nicht länger gesehen, beobachtet werden mußten. Es steht zu vermuten, daß auch die Forschungspraxis in Laboratorien in diesem Sinne aufgefaßt werden kann: als disziplinäres Regime, in dem Lebewesen und ihre Funktionen an technische Vorrichtungen und Abläufe angepaßt, also diszipliniert werden und noch aus den Schwierigkeiten dieser Anpassung epistemisches Potential geschlagen wird.

Fraglich bleibt, was genau mit der Einschreibung von Experiment und Labor in die Industrialisierungs- und Disziplinierungsgeschichte geleistet wird. Einerseits geht es um den Anschluß an die übergreifenden Themen dieser Art von Geschichte (Ökonomie, Macht, Körpertechniken usw.). Doch welche Auswirkungen hat der Anschluß auf diese Themen? Andererseits droht beim bruchlosen Anschluß an die Industrialisierungs- und Disziplinierungsgeschichte die Spezifität wissenschaftlicher Tätigkeit verlorenzugehen: Ist ein Labor tatsächlich „nichts anderes“ als eine Fabrik, ein panoptisches Regime?

### *Die experimentelle Entstehung der Form*

Die Form des Experiments ist nicht allein im Sichtbaren, im Umriß oder der Gestalt *eines* Versuchsaufbaus gegeben – auch deshalb nicht, weil die Bestandteile, die zu einem Versuchsaufbau gehören, sich gemäß spezifischer Zeitrelationen zueinander verhalten, bestimmte „Zeitformen“ ausprägen. Laboratorien sind Passagen, durch die Energiequellen, Menschen und Modellorganismen, Datenblätter, Notizen und Protokolle hindurchgehen, sich miteinander verbinden und wieder trennen, um auf andere Weise neu zusammenzukommen. Die Frage, was den Zusammenhalt der heterogenen Bestandteile eines Experiments von innen heraus sichert, führt insofern auf eine spezifische Zeitlichkeit des Experimentierens: auf die Entwicklung von Versuchsaufbauten, ihre Reihung und Sequenzierung, das Spiel von Wiederholung und Differenzierung.

Es sind vor allem kunsthistorische Überlegungen, in denen das Problem der Form mit dem der Zeit verbunden wurde. Der Kunsthistoriker Henri Focillon hat ausgehend von Form als einer dynamischen Organisation, die sich aus den wechselseitigen Reaktionen zwischen einem Körper und seiner Umgebung ergibt, eine Zeitlichkeit der Form gerade in dem erkannt, was er als *Experiment* bezeichnet: *Formen* sind demnach Ergebnisse von Experimenten, bei denen bestimmte Regeln befolgt und Überlegungen mit Argumenten verbunden wurden. In diesen Formen ist ein spezifisches Wissen eingeschlossen, wie Focillon am Beispiel des Baus gotischer Kathedralen ausführt. Im Anschluß an Focillon hat George Kubler wiederum

vorgeschlagen, alle von Menschen geschaffenen Formen, seien es Werkzeuge oder Geschriebenes, als *ästhetische* Formen zu begreifen und darin eine spezifische Zeitlichkeit zu entziffern. Zu deren Darstellung sucht er die Reihen und Sequenzen auf, in denen sich die Dinge wie auch die Problemstellungen, deren Lösungsversuche Kubler in den Dingen vorfindet, gruppieren. Hieraus ergibt sich aber ein neues Problem. Denn die "Form der Zeit" ist nicht unmittelbar mit den Dingen gegeben, sondern resultiert ebenso sehr aus der Tätigkeit des Historikers: Die Reihen und Sequenzen, in denen er die Dinge und ihre Formen anordnet, verändern rückwirkend die bis dahin gängigen Anordnungen der Dinge und mithin die Formen selbst. Ausgehend von einer solchen Überlegung kann die Geschichte des Experimentierens vielleicht auch als eine Folge von Formen, deren Verfertigung zugleich auch eine Kaskade von rückwirkenden Umformungen in Gang setzt, gelesen werden.

Wenn Hermann von Helmholtz in seinen Untersuchungen zur Hörphysiologie auf eine Art „stummes Wissen“ über das Hören stößt, das in den Musikinstrumenten eingeschlossen ist, führt dies auf eine solche experimentelle Entstehung der Form. Nicht allein die Geschichte des Instrumentenbaus als eine experimentelle Praxis steht damit zur Diskussion. So ließe sich etwa auf die experimentelle Tätigkeit von Ernst Florens Friedrich Chladni verweisen, in der sich nicht nur akustische Forschung und Instrumentenbau sondern auch Formen als/der Visualisierung – die nach ihm benannten Chladnischen Klangfiguren – mit den Formen von Musikinstrumenten verbinden, zu deren Erforschung und Konstruktion die Klangfiguren dienlich sein können. Indem Helmholtz jedoch ein stummes Wissen zu explizieren beginnt, schreibt er zugleich die Musikgeschichte zu einer Experimentalgeschichte um. Inwiefern verändert sich dabei sein eigenes Experimentieren im Labor? Wie hat Helmholtz rückwirkend die Anordnungen wissenschaftlicher und künstlerischer Dinge verändert? Welche Folgen zeitigen künstlerische Formen, die Ergebnisse von Experimenten sind, auf die Form wissenschaftlicher Experimente?

Vielleicht ist auch die Entwicklung von Informationstechnologien nicht anders zu verstehen: als eine Formgebung, eine In-Formierung oder Formatierung, die rückwirkend die Anordnungen wissenschaftlicher und künstlerischer Dinge verändert hat. Ist die Entstehung auch dieser Form als Ergebnis von Experimenten zu beschreiben? Oder ist diese Form gar nicht so stabil, wie es oft den Anschein hat, sind die entsprechenden Experimente noch gar nicht abgeschlossen? Wenn sich heute etwa eine Zeitschrift für „ungewöhnliche Klangquellen“ den Namen *Experimental Musical Instruments* gibt, kommt damit weniger eine Geschichte der Experimentalisierung im Instrumentenbau zum Abschluß, als sie sich aufs Neue öffnet: die explizite Auffassung von Kunst als Experiment fügt sich in jene Schnittfläche von Kunst, Wissenschaft und Technologie ein, die heute (z.B. von Stephen Wilson) als "Information Arts" bezeichnet wird.

Die Geschichte des Experimentierens kann als eine Geschichte fortlaufender Umformungen geschrieben werden. Das betrifft sowohl die Frage nach den Versuchsanordnungen und deren Wandel als auch die Frage nach Darstellungsweisen, die womöglich in die Form des Experiments eingreifen: Welche Beziehung kann also eine Wissenschaftsgeschichte des Experiments zum Experiment selbst unterhalten? Welche Experimente der 'Darstellung' und welche experimentelle Form vermag die Wissenschaftsgeschichte hervorzubringen?