

Etwas über Kulturen des Experimentierens

Hans-Jörg Rheinberger

Dieser kurze Text thematisiert den Übergang von der Mikro- zur Mesoebene des Experimentierens, die Passage von einer lokalen zu einer regionalen Betrachtungsweise. Er versteht sich damit als Teil einer historischen Epistemologie des Experiments aus der Bottom-up-Perspektive, also „von unten“, denn er betrachtet den Zusammenhang zwischen Experimentalsystemen und den aus ihnen sich ergebenden bzw., umgekehrt, sie prägenden Kontexten, die ich als Experimentalkulturen bezeichnen möchte (Rheinberger 2015a, 2017).¹ Der Begriff des Experimentalsystems steht für das Integral aller Ingredienzien – Materialien, Forschungstechnologien, Laborumgebung, kollektives Erfahrungswissen –, die dazu nötig sind, einen in der Regel auf ein einzelnes Labor und sein Kollektiv beschränkten Experimentierprozess in Bewegung zu setzen und in Gang zu halten. Er zielt darauf ab, die Entwicklung der experimentellen Wissenschaften nicht auf der Makroebene von Wissenschaft als Disziplin – als disziplinäres System – zu erfassen, sondern auf der Mikroebene der für sie charakteristischen Manipulationen und Prozeduren. Mit dem Begriff des Systems ist hier keine rigide, in sich geschlossene Struktur gemeint. Er erscheint aber insofern gerechtfertigt, als es sich bei Experimentalsystemen doch um so etwas wie die kleinsten funktionsfähigen und damit in einem gewissen Sinne auch selbstgenügsamen Forschungseinheiten handelt, die Materialien sowie Forschungstechnologien umfassen und Forschende als handlungsfähig darstellen. Ausgezeichnet sind sie durch eine enge Wechselwirkung zwischen den technischen Bedingungen – den technischen Dingen – des Systems und den in ihnen verhandelten epistemischen Dingen, das heißt, den Strukturen und Funktionen, über die mit Hilfe der in das System integrierten Forschungstechnologien etwas Neues in Erfahrung gebracht werden soll (Rheinberger 2006, 2015b).

Nun lässt sich beobachten, dass verschiedene Experimentalsysteme miteinander verbunden sein können, da sie auf einer

1 Der vorliegende Text ist ein Kondensat aus diesen Arbeiten.

Mesoebene verschiedene Aspekte der in ihnen verrichteten Arbeit miteinander teilen. Aspekte des Experimentierens auf dieser Mesoebene sind in der Literatur unter den Stichworten „Stile wissenschaftlichen Denkens“ (Crombie 1995) oder „Stile wissenschaftlicher Praxis“ (Hacking 1992, Ehrhardt 2017) und „Arten des Wissens“ oder „Arten des Tuns“ (Pickstone 2000, 2011) diskutiert worden. Ich schlage vor, das Gewebe, in dem verschiedene Experimentalsysteme sich miteinander verbinden, indem sie solche Aspekte miteinander teilen, als Experimentalkultur zu bezeichnen. Was ich mit dem Begriff der „Kultur“ in diesem Zusammenhang besonders einfangen möchte, ist der Aspekt der materiellen Wechselwirkung zwischen Experimentalsystemen – einer Wechselwirkung, deren Bedeutung sich erst in ihrer Entfaltung zeigt, die also nicht beschrieben werden kann als die Instantiierung oder Verkörperung eines vorgängigen Ideals. Entgegen der weithin akzeptierten Bedeutung des Begriffs der Kultur, der zumeist dem Bereich des rein Symbolischen verpflichtet ist (Geertz 2000), zielt meine Verwendung des Begriffs auf die Materialitäten des wissenschaftlichen Arbeitsprozesses. Den Fokus auf diese übergeordnete Ebene der Experimentalkulturen zu legen erlaubt es, von den relativ kurzen Zeiträumen, die Fallstudien über Experimentalsysteme umfassen, zu längeren Zeitspannen der Entwicklung einzelner Wissenschaftszweige oder ganzer Wissenschaften überzugehen, ohne die Ebene der wissenschaftlichen Praxis aus dem Blick zu verlieren.

Den Hintergrund für diese Überlegungen bildet die Analyse einer bestimmten Experimentalkultur in den Lebenswissenschaften, nämlich des Reagenzglas- oder In-vitro-Experiments, die hier kurz umrissen sei. Das Experimentieren in vitro erlangte in der Biologie des ausgehenden 19. und des 20. Jahrhunderts eine entscheidende Bedeutung. Eine frühe Form des In-vitro-Experimentierens basierte auf dem Versuch, Gewebe- und Zellkulturen in künstlichen Nährmedien zu kultivieren und ihre Stoffwechselumsätze zu messen; parallel dazu begann man, mit Zellhomogenaten zu arbeiten. Ab den 1930er Jahren schob sich die differenzielle Fraktionierung von Zellinhalten mittels Ultrazentrifuge in den Vordergrund und damit in Verbindung die Aufreinigung bestimmter zellulärer Substanzen bzw. Organellen. Nach dem Zweiten Weltkrieg verhalf die radioaktive Markierung von Biomolekülen der Verfolgung einzelner metabolischer Prozesse wie der Synthese von Nukleinsäuren oder Proteinen im Reagenzglas zu ganz neuen Dimensionen – den Dimensionen der molekularen Genetik.

In-vitro-Experimente und eine neue Konzeption des Lebendigen

Das Experimentieren *in vitro* hatte einen tiefen und nachhaltigen Einfluss auf die Entwicklung der biologischen Wissenschaften im 20. Jahrhundert. Die Reagenzglaskultur biologischen Experimentierens ermöglichte ganz neue Verbindungen zwischen Biologie, Physik und Chemie, was wiederum der Molekularisierung der Biowissenschaften um die Jahrhundertmitte den Weg ebnete. Die sprachliche Unterscheidung zwischen *in vitro* und *in vivo* ist selbst ein Produkt der Entwicklung des biologischen Experimentierens am Ausgang des 19. Jahrhunderts. Das *Oxford English Dictionary* zitiert George Goulds *Illustrated Dictionary of Medicine, Biology and Allied Sciences* von 1894 als die früheste Quelle für eine Definition von „in vitro“. Dort heißt es: „Im Glas; wird für Phänomene verwendet, die man in Laborexperimenten mit Mikroorganismen, Verdauungsfermenten und anderen Wirkstoffen beobachtet, die aber nicht notwendigerweise auch im lebenden Körper vorkommen“ (Gould 1894: 823b; meine Übersetzung). Die Definition in diesem Lexikoneintrag wirkt etwas dahingeworfen und ist ebenso unspezifisch wie vielsagend; vom Verweis auf den Ursprung des Reagenzglasexperimentierens in der Mikrobiologie abgesehen, benennt sie auch unumwunden das Gespenst hinter jeglicher Manipulation biologischer Dinge im Reagenzglas. Implizit ist darin die Frage enthalten, ob das, was wir außerhalb des Körpers oder der Zelle beobachten, mit dem identisch ist, was innerhalb des Körpers oder der Zelle abläuft. Diese Frage benennt gleichermaßen eine Scheidelinie, die nicht mehr wie noch um 1800 als eine *ontische* Grenze zwischen dem Organischen und dem Inorganischen verstanden wird, welche damals zum Ausgangspunkt für die Biologie als einer Wissenschaft *sui generis* wurde. Um 1900 geht es vielmehr um die Fixierung der *epistemischen* Bedingungen, unter denen es – noch – möglich ist, innerhalb des Organismus ablaufende Prozesse außerhalb des Organismus manifest werden zu lassen und sie damit der Analyse zugänglich zu machen. Der Einsatz besteht in der Schaffung von Reagenzglasumgebungen, in denen – auf immer prekäre Weise – biologische Entitäten oder Prozesse der Messung zugänglich gemacht werden können, Entitäten oder Prozesse, die für gewöhnlich dem wissenschaftlichen Blick entzogen tief im Inneren der Zelle oder des Organismus als ganzem verborgen sind. Nicht nur die Hybriddisziplin der Biochemie wäre ohne diese Form biologischer Experimente unmöglich gewesen (Kohler 1982); auch die Molekularbiologie insgesamt in ihrer nun

als klassisch bezeichneten Phase zwischen 1940 und 1970 ruhte auf diesen Voraussetzungen.

Kultur: Einige generelle epistemologische Überlegungen

Der Begriff der Kultur ruft einen weiten Horizont an Bedeutungen auf. Im weitesten Sinne ist seine moderne Verwendung an die kategoriale Unterscheidung von menschengemachten und nicht menschengemachten Dingen, von Naturdingen also, gebunden. Der ungarische Philosoph und Begründer der Kulturosoziologie Karl Mannheim hat überzeugend dargelegt, dass diese Unterscheidung selbst sich erst historisch herausbilden musste und in ihrer ausgebildeten Gestalt einer scharfen Trennung zum Kern des kulturellen Selbstverständnisses der Moderne wurde. Für uns Moderne, argumentierte Mannheim, sind „Sein und Sinn, Wirklichkeit und Wert für das Erleben auseinandergegangen“, und erst diese Desintegration hat „eine Bestimmung der Kultur als Nicht-Natur wirklich konkret und innerlich konsequent“ gemacht. Hinfort bedeutete Kultur dasjenige, was als in einem „geistig-historischen Werdegang“ begriffen verstanden werden konnte. Im Kontrast dazu war „Natur, die den Gegensatz zur modernen ‚Kultur‘, ihr Korrelat, ausmacht [...] etwas, das als völlig sinnfrei, wertfrei, nur als Substrat möglichen Sinnes gedacht wird. Sie enthält geradezu die Gesamtheit aller jener Bestimmungen, die dem Kulturellen nicht zukommen. Natur ist so das vom Geistigen Undurchdringbare, Wertindifferente, dem geistig-historischen Werdegang nicht Unterworfenene“ (Mannheim 1980: 48 ff.).

Wenn man also von Kulturen der Naturwissenschaften, von Kulturen des Experimentierens spricht, deren Ziel es ist, eben jene Natur zu verstehen, der vollkommene Sinn- und damit Kulturlosigkeit unterstellt wird, so deutet schon dieses anscheinende Paradox auf eine Sicht der Wissenschaften voraus, die sich jenseits dieser modernen Dichotomie anzusiedeln beansprucht. Es transportiert und reflektiert die Anstrengung und den Versuch, die Wissenschaften – hier das Wissen von der Natur – nicht einfach umstandslos auf der Seite der Natur selbst zu verorten und das heißt, auf der Seite ihrer Gegenstände. Im Diskurs der Naturwissenschaften über sich selbst und dem öffentlichen Bild, das sie lange Zeit über sich verbreiteten, geschah das wieder und wieder. Im Gegensatz dazu zielen die Argumente für *Wissenschaft als Praxis und Kultur* (Pickering 1992) oder für *Wissenskulturen* (Knorr Cetina 2002) darauf ab, nicht allein die wissenschaftlichen Institutionen, sondern das wissenschaftliche Wissen selbst als ein kulturelles

Phänomen in seiner ganzen historischen Wandelbarkeit wahrzunehmen. Das geht einen entscheidenden Schritt über Mannheim hinaus, für den es in seiner kritischen Reflexion über die moderne Dichotomie von Natur und Kultur noch außer Frage stand, dass allein das Wissen der „historisch-kulturellen Wirklichkeit“ als ein Produkt seiner jeweiligen kulturell-historischen Verortung anzusehen war. Das naturwissenschaftliche Wissen war für ihn hingegen „nur soweit an (seine) eigene Geschichte gebunden, als die spätere Erkenntnis alle jene Ergebnisse, die vorangegangen sind, sozusagen als notwendige Prämissen voraussetzt“ (Mannheim 1980: 110 ff.). Mannheim sprach dem naturwissenschaftlichen Wissen also Geschichtlichkeit zu, aber eine rein interne, eine von Kultur freie Geschichte.

Pierre Bourdieu charakterisierte das damit bezeichnete Dilemma als das unausweichliche „Doppelgesicht“ wissenschaftlichen Wissens. In seinen *Méditations pascaliennes* kleidete er das Dilemma in folgende Worte: „Wenn eine realistische Geschichtsauffassung es sich versagen muss, in fiktiver Weise die unpassierbaren Grenzen der Geschichte zu übersteigen, dann wird sie untersuchen, wie und unter welchen historischen Bedingungen sich der Geschichte Wahrheiten abringen lassen, die nicht auf die Geschichte reduzierbar sind. Man muss zugeben, dass die Erkenntnis nicht vom Himmel gefallen ist wie ein mysteriöses Geschenk, das unerklärbar bleiben muss, dass sie also durch und durch historisch ist; aber man ist keinesfalls gezwungen, wie es für gewöhnlich geschieht, daraus zu schließen, dass sie auf die Geschichte reduzierbar sei. In der Geschichte und in ihr allein ist nach dem Prinzip jener relativen Unabhängigkeit der Erkenntnis von der Geschichte zu suchen, deren Produkt sie ist; oder genauer, in der wesentlich historischen, aber ganz besonderen Logik, aufgrund derer sich jene Ausnahmerräume gebildet haben, in denen sich die besondere Geschichte der Erkenntnis abspielt“ (Bourdieu 1997: 130 f.). Nach Bourdieu verdankt sich also das wissenschaftliche Wissen einerseits einem radikal immanenten historischen Prozess, der aber genau dadurch ausgezeichnet ist, dass er Produkte mit überzeitlichem Anspruch hervorbringt.

Experimentalkulturen

Ob wir es nun mit dem vorsichtigen Bourdieu halten oder eine radikalere Variante historischer Epistemologie vorziehen: In beiden Fällen müssen wir uns auf eine nähere Diskussion über die Verwendung des Begriffs der Kultur zur Charakterisierung der Wissenschaften und ihrer Entwicklung einlassen. Grundsätzlich stellt eine

solche Epistemologie eine Herausforderung an die moderne Teilung von Natur und Kultur dar. Was meine eigene Position hier betrifft, so ziehe ich als Ausgangspunkt einen deskriptiven Zugang vor. Ich bezeichne zunächst einmal einfach Ensembles von miteinander verwandten Experimentalsystemen als Experimentalkulturen.

Wenn Experimentalsysteme als die kleinsten funktionalen Einheiten der modernen experimentellen Forschung angesehen werden können, dann sind Experimentalkulturen als Konglomerate miteinander verbundener Experimentalsysteme aufzufassen, die in der Lage sind, miteinander in der einen oder anderen Form zu kommunizieren. Solche Ensembles müssen mindestens drei Bedingungen erfüllen (ob diese hinreichen, eine solche Kultur zu begründen, kann an dieser Stelle offen bleiben): Erstens bedarf es einer gewissen Überlappung der Techniken, auf denen diese Cluster von Experimentalsystemen beruhen und die in ihnen – meist in Kombination – zur Anwendung kommen. Experimentalkulturen teilen sich in Forschungstechnologien. Zweitens muss es einen Materiefluss zwischen den Systemen geben, die eine Experimentalkultur bilden. Sie teilen sich also entweder konkrete materielle Objekte oder experimentelle Umgebungen, in die diese Objekte eingebettet sind. Drittens zeichnen sich Experimentalkulturen durch eine Zirkulation von WissenschaftlerInnen und damit von Kenntnissen und Fertigkeiten aus, die sie in einem Experimentalsystem erworben haben und auf andere übertragen können. Dies ist besonders wichtig, denn so gibt es einen ständigen Input, der Anschlussfähigkeit und einen Blick von außen miteinander verbindet. Über die formelle wissenschaftliche Kommunikation hinaus zeichnen sich Netzwerke von Experimentalkulturen also durch eine dreifache Zirkulation aus: von Techniken, Untersuchungsobjekten und Fertigkeiten. Sie weisen damit eine epistemische Kohäsion auf, die sich explizit von dem unterscheidet, was wir mit dem Begriff einer wissenschaftlichen Disziplin verbinden, der sich für gewöhnlich über Formen der Institutionalisierung definiert. Der Begriff der Experimentalkultur hingegen fokussiert auf den Forschungsprozess in seinen informellen Dimensionen. Disziplinen sind zudem meist – wenn auch nicht immer – ontologisch durch ihren Gegenstandsbereich charakterisiert. Im Gegensatz dazu definieren sich Experimentalkulturen epistemologisch, indem sie einen *charakteristischen Zugang zu einem Gegenstandsbereich* eröffnen. Die In-vitro-Kulturen biologischen Experimentierens im 20. Jahrhundert sind in dieser Hinsicht exemplarisch.

Gaston Bachelard hatte etwas Ähnliches im Sinn, als er von einer mit den aktuellen Entwicklungen der Wissenschaften

befassten Epistemologie forderte, die Regionalisierungsdynamik der Wissenschaften ernst zu nehmen. Bachelard zufolge schufen die modernen Wissenschaften, was er als „Kerne der Apodiktizität“ bezeichnete (Bachelard 1949: 132). Sie erwiesen sich aber trotz ihrer Unbedingtheit und gelegentlich esoterischen Exklusivität als zeitlich wie auch räumlich begrenzt. Und jeder dieser Kerne erforderte, wenn es darauf ankam, seine besondere epistemologische Aufmerksamkeit. In diesem Sinne sprach sich Bachelard für eine „distribuierte Philosophie“, eine „differentielle wissenschaftliche Philosophie“, eine „Philosophie des epistemologischen Details“ aus (Bachelard 1978: 26–28). Um es mit seinen eigenen Worten zu sagen: „Wir müssen zu einem konkreten Rationalismus gelangen, der solidarisch ist mit der Besonderheit und Präzision der Experimente, auf die er sich bezieht. Dieser Rationalismus muss auch ausreichend offen sein, um von eben diesen Experimenten neue Bestimmungen zu erfahren“ (Bachelard 1949: 4). Mit anderen Worten: Eine Epistemologie, die beansprucht, der Dynamik wissenschaftlicher Arbeit an der Grenze zum Unbekannten gerecht zu werden, muss ebenso mobil und riskant sein wie die Wissenschaften, die sie zu verstehen sucht.

Bachelard sprach in diesem Zusammenhang auch von „Kantonen“, Regionen oder Bezirken in der „Stadt des Wissens“ (Bachelard 1949: 132 ff.). Für ihn waren solche Bezirke oder Quartiere wie Inseln einer wissenschaftlichen Kultur mit ihren eigenen Codes, ihrer eigenen Semantik und ihren eigenen Formen der Emergenz. Er selbst benutzte für sie den Begriff der „Kultur“ und versah diesen zugleich mit einer besonderen Bedeutung. Er definierte eine wissenschaftliche Kultur als den „Zugang zu einer Emergenz“ („une accession à une émergence“, Bachelard 1949: 133). Wissenschaftliche Kulturen im Sinne Bachelards sind also spezifische epistemische Milieus, in denen es zur Erzeugung von neuem Wissen kommen kann, in denen sich unvorwegnehmbare Dinge ereignen können. Es sind Kulturen der Innovation. Wissenschaftliche „Emergenzen“ sind, so Bachelard in *Le Rationalisme appliqué*, „entschieden sozial verfasst“ (Bachelard 1949: 133). Das bedeutet, dass sie auch die Form von Kulturen im Sinne wissenschaftlicher Gemeinschaften annehmen – Gemeinschaften, die mit den Phänomenen ihres epistemischen Interesses in einer spezifischen, aber miteinander geteilten Form umgehen. Diese Kulturen halten den Prozess der Supplementierung von Phänomenen, von Zugriffen und den sie begleitenden Begriffen in Gang, die für ihren je besonderen Forschungsbezirk charakteristisch sind. Je enger solche Bezirke umrissen sind, desto leichter können Konventionen, Messformen,

Beschreibungsweisen und Klassifizierungsraster modifiziert oder verändert, gegebenenfalls auch in andere Forschungsfelder exportiert werden. Regionalisierung schafft epistemische Flexibilität. Bachelard konnte in dieser Fragmentierung der Kulturen zeitgenössischer Forschung keinen beklagenswerten Verlust des synthetischen Blickes erkennen – er sah sie vielmehr als eine *Voraussetzung* für die unerhörte Fruchtbarkeit der Wissenschaften seiner Zeit an.

Zusammenfassend können Kulturen des Experimentierens beschrieben werden als Formen der Behandlung ihrer jeweiligen Forschungsgegenstände, die historisch bestimmt sind und ihre Stärke in historisch umrissenen Konjunkturen ausspielen. Oft genug sind sie es erst, die es ermöglichen, ein bestimmtes Phänomen manifest werden zu lassen und damit der Forschung zugänglich zu machen. Experimentalkulturen leben von jenen epistemischen Ereignissen, die Bachelard als „Emergenzen“ bezeichnete, und sie bringen sie gleichzeitig hervor. Sie sind die Arbeitsumgebungen, in denen neues Wissen Gestalt annimmt. Wie Experimentalsysteme sind sie – als Ensembles solcher Systeme – Strukturen, die man in ihrer Konkretheit und historischen Kontingenz darstellen muss und in denen sich epistemische, technische und soziale Momente auf unentwirrbare Weise miteinander verbinden. In diesem Sinne sind sie Konkretionen, nicht Abstraktionen. Einzelne Experimentalkulturen können ganze Epochen in der Entwicklung einer Wissenschaft dominieren. Die In-vitro-Kulturen des biologischen Experimentierens spielten genau diese Rolle für die Entstehung der Molekularbiologie um die Mitte des 20. Jahrhunderts.

Literatur

- Bachelard, Gaston (1949): *Le Rationalisme appliqué*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Bachelard, Gaston (1978): *Die Philosophie des Nein*. Wiesbaden: B. Heymann Verlag.
- Bourdieu, Pierre (1997): *Méditations pascaliennes*. Paris: Seuil.
- Crombie, Alistair (1995): *Styles of Scientific Thinking in the European Tradition: The History of Argument and Explanation Especially in the Mathematical and Biomedical Sciences and Arts*. London: Gerald Duckworth & Company.
- Ehrhardt, Caroline (2017): „E uno plures? The many Galois theories (1832–1900)“, in: Chemla, Karine und Keller, Evelyn Fox (Hg.): *Cultures without Culturalism. The Making of Scientific Knowledge*. Durham/London: Duke University Press, S. 327–351.
- Geertz, Clifford [1973] (2000): *The Interpretation of Cultures*. New York: Basic Books.
- Gould, George M. (1894): *Illustrated Dictionary of Medicine, Biology, and Allied Sciences*. Philadelphia: P. Blakiston Son & Co.
- Hacking, Ian (1992): „‘Style’ for historians and philosophers“, in: *Studies in History and Philosophy of Science*. Part A 23, S. 1–20.
- Knorr Cetina, Karin (2002): *Wissenskulturen. Ein Vergleich naturwissenschaftlicher Wissensformen*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Kohler, Robert (1982): *From Medical Chemistry to Biochemistry. The Making of a Biomedical Discipline*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mannheim, Karl (1980): *Strukturen des Denkens*. Hg. v. Chemla, Karine und Keller, Evelyn Fox. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Pickering, Andrew (Hg.) (1992): *Science as Practice and Culture*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Pickstone, John V. (2000): *Ways of Knowing. A New History of Science, Technology and Medicine*. Manchester: Manchester University Press.
- Pickstone, John V. (2011): „A brief introduction to ways of knowing and ways of working“, in: *History of Science* 49, S. 235–245.
- Rheinberger, Hans-Jörg (2006): *Experimentalsysteme und epistemische Dinge. Eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Rheinberger, Hans-Jörg (2015a): *Natur und Kultur im Spiegel des Wissens*. Heidelberg: Universitätsverlag Winter.
- Rheinberger, Hans-Jörg (2015b): „Experimentalsysteme und epistemische Dinge“, in: Gamm, Gerhard; Gehring, Petra; Hubig, Christoph und Kaminski, Andreas (Hg.): *Jahrbuch Technikphilosophie* 2015: Ding und System, Zürich: Diaphanes, S. 71–79.
- Rheinberger, Hans-Jörg (2017): „Cultures of experimentation“, in: Chemla, Karine und Keller, Evelyn Fox (Hg.): *Cultures without Culturalism. The Making of Scientific Knowledge*. Durham/London: Duke University Press, S. 278–295.

