Theory Bioscienc. (1997) 116: 11–31
© Gustav Fischer Verlag

Plädoyer für eine Wissenschaftsgeschichte des Experiments[1]

Hans-Jörg Rheinberger und Michael Hagner

Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte

Address for correspondence: PD Dr. M. Hagner, Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, Wilhelmstraße 44, D – 10117 Berlin, Germany

Received: October 20, 1996; Accepted: November 18, 1996

Key words: cultural epistemology, experimental systems, history of things, scientific practice, spaces of knowing

Summary: The paper is divided in three parts. In the first part („Experimental Systems"), we reconstruct the turn that led science studies during the past two decades from a perspective of theory dominance to a perspective of culturally embedded scientific practice. The notion of experimental system is central to the particular view we propose in order to characterize the modern sciences and their dynamics. In the second part of the paper („Objects, Differences, and Conjunctures") we describe some essential features of experimental systems and their synchronic as well as diachronic interactions. The third part of the paper („Spaces of Knowing") deals with the issue of representation and traces some features relevant to a cultural epistemology of the sciences.

Als Ian Hacking 1983 sein Buch über das Experiment als Repräsentation und Intervention mit dem bissigen Satz eröffnete, daß die Philosophen seit langem aus der Wissenschaft eine Mumie gemacht hätten, war das auch als ein Angebot an die eigene Zunft gemeint, die Beschäftigung mit Mumien aufzugeben und sich den Dingen selbst und dem Umgang mit ihnen zuzuwenden. (2) Ob die Mehrheit der Wissenschaftsphilosophen dieser Einladung gefolgt ist oder nicht, soll hier nicht weiter thematisiert werden. Sicher ist, daß die praktische Seite des Wissenschaftsgeschehens seit mehr als einem Jahrzehnt ins Zentrum der Aufmerksamkeit von Geschichte und Epistemologie der Naturwissenschaften gerückt ist. Sie ist in zwei einflußreichen Büchern, von denen das eine immerhin schon vier Jahre vor Hackings Studie erschienen ist, als „Laboratory Life" und „Science in Action" (3) charakterisiert worden. Diese Titel gelten seitdem als Losung für eine grundsätzliche Neuorientierung von sowohl historischen als auch aktuellen Wissenschaftsstudien. Es ist mit dieser Losung nicht einfach die Aufforderung verbunden, die apparative und experimentelle Seite des For-

schungsprozesses mit den theoretischen Aspekten einerseits und den soziopolitischen Voraussetzungen der Forschung andererseits gleichberechtigt auf eine Stufe zu stellen. Das wäre vermutlich darauf hinausgelaufen, die unfruchtbare Auseinanderdividierung von externen und internen Faktoren der Wissenschaftsentwicklung zu rekapitulieren und letztere noch einmal zu trennen in eine Innenseite (Hypothesen, Modelle, Theorien) und eine Außenseite (Experiment, Meßinstrumente, Apparaturen). Gegen eine solche Isolierung der verschiedenen Wissenschaftselemente ist der Anspruch gesetzt worden, den komplexen Bedingungen der Konstruktion wissenschaftlicher Gegenstände und Phänomene (Elementarteilchen, Gene, neuronale Netzwerke, Enzymkomplexe, Immunsystem usw.) als einer Gesamtheit nachzugehen, die aller im neuzeitlichen Sinne naturwissenschaftlichen Theoriebildung zugrundeliegt. Experimentalsysteme, d. h., die Anordnungen, in denen solche Gegenstände zur Darstellung kommen, bündeln diese Bedingungen wie Brennspiegel. (4)

Im folgenden wollen wir unser Plädoyer in drei Teile gliedern und in einem ersten Teil die Verschiebung vom Primat der Theorie auf den Primat der Praxis rekonstruieren; in einem zweiten Teil eine nähere Bestimmung der hauptsächlichen Eigenschaften von Experimentalsystemen vornehmen und schließlich in einem dritten Teil zeigen, wie sich aus solchen Untersuchungen Ansatzpunkte für eine Kulturgeschichte der Wissenschaften, die wir unter das Stichwort „Räume des Wissens" stellen, ergeben können.

Experimentalsysteme

Auch wenn die experimentelle Praxis im Mittelpunkt der gegenwärtigen Wissenschaftsstudien steht, so gibt es eine anhaltende Debatte darüber, wie umfassend ihr Kontext zu bestimmen sei. Das kommt bereits in den verschiedenen Stichworten wie 'social studies of science', 'science in context', 'new experimentalism' oder 'practical reasoning' – um nur die bekannteren unter ihnen zu nennen – zum Ausdruck. (5) Konzentrieren wir uns zunächst auf die Gemeinsamkeit dieser Bemühungen, nämlich ein prinzipielles Infragestellen der weitverbreiteten Annahme einer Dominanz der theoretischen Komponente in der Entwicklung der Wissenschaften. Der Vorwurf an die Wissenschaftstheorie des 20. Jahrhunderts von Duhem bis Quine, von Carnap und Hempel bis Nagel, von Popper bis Kuhn, Lakatos und selbst Feyerabend lautet, daß sie sich entweder auf die großen theoretischen Umschwünge beschränkt habe, (6) oder, wenn sie den Experimentalprozeß einbezog, diesen als bloße Testinstanz betrachtete, dem die Rolle zufällt, Hypothesen entweder zu bestätigen oder zu verwerfen. (7) Dementsprechend orientierte sich die Diskussion zumeist an der Bedeutung des experimentum crucis. (8) Für die Wissenschaftsge-

schichte bis in die 80er Jahre hinein gilt die Theoriedominanz in gleichem Maße. Etwas vereinfacht gesagt, orientierte sie sich nach 1945 entweder an einer Ideengeschichte im Sinne Lovejoys, oder sie variierte Koyrés These vom Platonismus der neuzeitlichen Wissenschaft dahingehend, daß für alle und jede naturwissenschaftliche Innovation ein philosophischer Humus gesucht wurde. (9) Weder die Eigendynamik des Experimentalprozesses der modernen Wissenschaften noch das Verhältnis des Laborgeschehens zum Instrumentenbau und im weiteren Sinne zur technologischen, industriellen und gesellschaftlichen Entwicklung insgesamt waren Gegenstand der in diesem Punkte völlig einigen Wissenschaftsphilosophen und -historiker. Externe Einflüsse überließ man der Wissenschaftssoziologie à la Merton. (10)

Betrachtet man diese Art von Arbeitsteilung, wie sie noch in den 70er Jahren vorherrschte, so sollte man wenigstens die Frage stellen, in welchen Ecken die Forderung nach einer Neurorientierung erhoben wurde. Trotz Hackings unbestreitbar guter Spürnase war es einige Jahre zuvor die Soziologie der Wissenschaften, wie sie etwa gleichzeitig in Edinburgh und in Bath entwickelt wurde, die entscheidende Impulse für diese Wende gab. David Bloor, Harry Collins und andere plädierten dafür, Wissenschaft im Ganzen als ein soziales Konstrukt aufzufassen. (11) Wie bei jeder Abrechnung mit einem Prototypen der ersten Generation wäre es ein leichtes, die Unzulänglichkeiten und Verkürzungen dieses Ansatzes aufzuzählen. Entscheidend ist jedoch, daß die diagnostizierte 'praktische Wende' keineswegs nur auf das Interesse an der sozialen Verfaßtheit der Wissenschaft zu reduzieren ist. Auch ganz andere methodische und disziplinäre Formationen haben die Praxis entdeckt und den epistemologischen Status des Experiments selbst zum Problem gemacht, und zwar durchaus unter Einbeziehung sozialer Faktoren. Das hat zu Fragen geführt wie den folgenden: Was ist eigentlich ein Experiment? Was wird unter welchen Umständen zu einem Experiment? Wie werden Experimente durchgeführt? Wie wird ein erfolgreiches Experiment bestimmt, wie ein gescheitertes? Wie werden im Experiment Daten, aus Daten Fakten produziert? Warum erkennen die Naturwissenschaftler seit dem 17. Jahrhundert das Experiment ziemlich fraglos als Grundlage der wissenschaftlichen Gewinnung von 'Wahrheit' an? (12) Radikaler und gewissermaßen kontra-intuitiv gefragt: Führt uns das Experiment nicht gerade in einen Raum, in dem von Wahrheit in einem traditionellen, jedenfalls korrespondenztheoretischen Sinne gar nicht mehr die Rede sein kann? Kommt in den Experimentalwissenschaften nicht möglicherweise Jacques Lacans eigentümlich anmutende Bemerkung zu ihrem Recht, daß die unglaublichen Hervorbringungen der modernen Wissenschaften gerade in ihrem Charakter begründet liegen, „nichts-wissen-zu-wollen von der Wahrheit als Ursache"? (13) Wenn es jedoch nicht mehr um die Produktion von Wahrheit geht, man aber wohl kaum die Wirkmacht

und den Gültigkeitsanspruch der modernen Naturwissenschaften betreiten wird, muß man fragen, was an die Stelle dessen getreten ist.

Es liegt erstens auf der Hand, daß solche Fragen nach der Natur und dem Status experimenteller Praktiken sowie ihrer theoretischen und sozialen Konsequenzen erstens epochenspezifisch gestellt werden müssen. Zweitens ist ihre Beantwortung zumindest prinzipiell auf eine Rekonstruierbarkeit der meist recht komplexen experimentellen Tätigkeit angewiesen. Im Anschluß an Hacking hat Hentschel kürzlich einen Systematisierungsvorschlag gemacht. (14) Während es früher für Wissenschaftshistoriker ausreichend sein mochte, sich mit den veröffentlichten Daten zufrieden zu geben, finden im Hinblick auf die Rekonstruktion experimenteller Unternehmungen unpublizierte Quellen wie Labortagebücher, Briefe, Forschungsanträge, Forschungsberichte, Interviews usw. zunehmend mehr Aufmerksamkeit. (15) Daneben ist es nur konsequent, daß derzeit auch die praktische Reproduktion historischer Instrumente und Experimente starkes Interesse erweckt. (16) Die Nachvollziehbarkeit eines Experiments bis in seine feineren Verästelungen hinein läßt die Bewertung seines epistemologischen Status nicht unangetastet. (17) Nicht, daß man durch die Reproduktion unwiderruflich zeigen könnte, wie es 'wirklich' gewesen ist. Vielmehr versprechen solche Arbeiten einen Wissensraum zu erschließen, der einer historisch-semantischen Rekonstruktion nicht ohne weiteres zugänglich ist: Experimentelle Designs und Forschungschronologien könnten sich als publizierte Fiktionen erweisen, lokal gebundene Möglichkeiten und Unmöglichkeiten des Experimentierens schließen sich aus der historischen Distanz auf. Dabei stellt sich über die jeweils spezifische historische Bedingtheit hinausgehend auch die Frage, ob Experimente grundsätzlich Ausdruck einer gezielten Strategie sind, ob sie bei der Schaffung oder Bestätigung von Fakten von einem sicheren Punkt aus operieren, oder ob sie eher einen inhärent exploratorischen, tappenden und tastenden Charakter haben, wie er jeder Erschließung von Neuland eigen ist.

Wir haben in einer Reihe von Tagungen versucht, (18) uns der „Entstehung wissenschaftlicher Tatsachen" (19) dadurch anzunähern, daß wir jene funktionellen Einheiten in den Mittelpunkt unserer Aufmerksamkeit rückten, die der Alltagssprache insbesondere biologischer Wissenschaften folgend 'Experimentalsysteme' genannt werden. (20) Damit haben wir einerseits Anschluß an die erwähnte Debatte gesucht, andererseits auch einen bis dahin – von Latour einmal abgesehen – nicht unbedingt charakteristischen Akzent auf die Materialität der Forschung im engeren Sinne gelegt.

Experimentelle Anordnungen sind hybride Gebilde: Sie enthalten in ständig fluktuierender und variierender Weise Elemente, die Historiker und Philosophen der Wissenschaft und bisweilen auch Wissenschaftler selbst in ihren

semipopulären Versuchen gerne säuberlich getrennt haben möchten im Rahmen einer Reinheitsvorstellung, die im Prozeß des Machens von Wissenschaft keine Entsprechung hat. Forschungsobjekte, Theorien, Experimentiervorrichtungen, Instrumente sowie disziplinäre, institutionelle, soziale und kulturelle Dispositive (21) bilden hier ein Amalgam, dem man vergeblich versucht hat, im Rahmen der Dichotomie von externen und internen Faktoren der Wissenschaftsentwicklung mit Begriffen wie 'relative Autonomie', 'Einfluß', 'Dominanz' oder 'Abhängigkeit' Transparenz zu verleihen. Wir haben uns von der Grundannahme leiten lassen, daß Experimentalsysteme der geeignete Ort sind, um jenseits vergröbernder Raster der Feinstruktur solcher Verflechtungen, zumindest was die Wissenschaftsentwicklung der letzten zweihundert Jahre angeht, von innen heraus nachzugehen. Damit ist implizit angenommen, daß solche Systeme alle Bedingungen enthalten, die nötig sind, um einen integralen Forschungsprozeß zu ermöglichen. Darüber hinaus sind von der Art, wie verschiedene Experimentalsysteme sich gegeneinander abgrenzen oder überlappen, sich ausschließen oder sich ergänzen und vernetzen, Hinweise auf die Dynamik in der Entwicklung auch größerer Wissenschaftsbereiche zu erwarten.

Selbst unter der Annahme, daß die immer noch gängige Unterscheidung von Theorie und Experiment insuffizient ist, man also die Notwendigkeit einer Suche nach neuen Ansatzpunkten anerkennt, ist es dennoch nicht ausgemacht, wie weit der Begriff des Experimentalsystems trägt; nicht einmal, ob eine Versuchsanordnung überhaupt als 'System' adäquat beschrieben werden kann. Wir sind uns darüber im klaren, daß eine gewisse Reibung zwischen der Vorstellung von einem System als einem größeren funktionellen Ensemble und der Annahme von Experimentalsystemen als kleinster funktioneller Einheiten der Forschung besteht. Der Begriff wird hier unscharf gebraucht und jedenfalls nicht im Luhmannschen Sinne von „Wissenschaft als System". (22) Uns scheint der Begriff des Systems nur insofern gerechtfertigt zu sein, als ein Experimentalsystem heterogene Elemente immer wieder rekombiniert und im Verlauf seiner Geschichte offen ist für den Einbau von ganz neuartigen Bestandteilen. Dieser Punkt ist zentral, denn wissenschaftshistorische Ansätze, denen eine Art Schichtenmodell des Ineinandergreifens von Theorie, Experiment und Instrumentenbau mit jeweils relativ eigenständigen Traditionen zugrundeliegt, (23) brechen zwar mit der allzu formalen Vorstellung einer einseitigen Empirie- oder Theoriedominanz wissenschaftlicher Tätigkeit. Sie sehen sich aber einerseits mit dem Problem der Verallgemeinerbarkeit von avancierten Situationen der modernen Physik, andererseits mit dem grundlegenden Problem der Durchlässigkeit von Theorie-, Experimental- und Instrumentaltraditionen füreinander konfrontiert. Die entscheidende und unterscheidende Frage ist, wie in einem experimentell und instrumentell integrierten Ensemble Wissenschaftsobjekte disponiert, transportiert, reproduziert und erweitert werden.

Und weiter gefragt: Wie schreiben sich solchen Objekten zugeordnete Theorien (die ihrerseits wiederum ganz unterschiedlicher Natur sein können, wie ad hoc Hypothesen, mathematische Modelle, globale Paradigmen) in Experimentalsysteme ein, die 'produktiv' sind und damit epistemisch, kulturell und sozial organisierend wirken? (24)

Es gibt verschiedene Möglichkeiten und unterschiedliche Weisen, sich dem Experiment als dem Signum der neuzeitlichen Wissenschaften, seiner Dynamik und seiner historischen Kontextualisierung anzunähern. Kognitive und soziale Voraussetzungen für spezifische Experimente sind ebenso zu thematisieren wie die variablen Beziehungen zwischen Experiment und Theorie bzw. zwischen verschiedenen Experimentalstilen untereinander. Daß wissenschaftliche Instrumente, in der Regel aber auch ganze Experimentalanordnungen darauf angelegt sind, Inskriptionen oder, in einem allgemeinen Sinne, Spuren zu erzeugen, hat von Anfang an das Interesse der Labor-Anthropologen gefunden. Solche Spuren, die oft einfach als Daten bezeichnet und damit einer weiteren Interpretation für unwert befunden wurden, stellen jedoch die materiellen Wirklichkeiten, sozusagen die Medien dar, in denen und durch die sich Experimentalwissenschaft überhaupt erst konstituiert. Sie sind damit in einem eminenten Sinne epistemische Entitäten, deren Produktion und Verknüpfung nicht nur Aufschluß über das gibt, was zu einer bestimmten Zeit als wissenschaftliches Objekt gilt, sondern die auch die Brücke schlagen zu den jeweiligen technologischen Randbedingungen. Die praktische Wende in der Wissenschaftsgeschichte hat nicht zuletzt die Aufmerksamkeit auf die Dinge gelenkt, mit denen Wissenschaft umgeht und die Frage, wie diese Dinge verfaßt sind. 'Standardisierte Packungen', (25) 'immutable mobiles', (26) 'unscharfe Objekte' (27) und 'epistemische Dinge' (28) sind Ausdrücke für die Bemühung, die Materialität der semantischen Räume zu charakterisieren, in denen sich die Produktion des Wissenschaftswirklichen abspielt. Fragen nach der Beschaffenheit dieser Räume zielen ebenso auf das System sozialer Verweisungen, in denen ihre Etablierung vonstatten geht, wie auf ihre Funktion bei der Verfestigung von Forschergemeinschaften und der Aufweichung von Fachtraditionen, wie schließlich auf die eigentlich epistemische Frage nach den materiellen Präsenzformen des Theoretischen selbst. Den Fährten der Artikulation von Wissenschaftsdingen folgend, zeigt sich, daß Erkenntnistätigkeit nicht angemessen rekonstruiert werden kann, wenn nicht auch dem Ungewollten, dem Ungewußten, dem Unscharfen und dem Vagen jener Raum belassen wird, aus dem herauszuführen Wissenschaft als rationales und prädiktives Unternehmen nach klassischer Vorstellung gerade berufen erschien. (29)

Experimentalsysteme stellen Formen jener notwendigen Komplexitätsreduktion dar, die empirische Forschung überhaupt erst ermöglicht. Histo-

risch gesehen haben einzelne Experimentalsysteme entscheidend zur Formung von Disziplinen beigetragen. Die Molekularbiologie ist hier ein herausragendes Beispiel. (30) Solche Systeme sind aber andererseits auch immer wieder der Ort gewesen, von dem aus klassisch gewordene Fächergrenzen transzendiert, durchbrochen, verschoben, ja aufgelöst worden sind. Der Dynamik solcher Systeme folgend, gerät Wissenschaftsgeschichte auf fruchtbare Weise zwischen die traditionellen historiographischen Verfahren. Das erlaubt wiederum, mittlerweile landläufig gewordene Dichotomien – soziale versus immanente Entwicklungsfaktoren der Wissenschaft, Grundlagenforschung versus technische Anwendung, biographische versus historische Rekonstruktion usw. – aus neuen Perspektiven zu betrachten. (31)

Wissenschaftsgeschichte ist, um es noch einmal zu betonen, über Ideen- und Personengeschichte, über Disziplinen- und Institutionengeschichte hinaus immer auch eine Geschichte von Dingen. (32) Begriffe wie Experimentalsystem, unscharfes Objekt, epistemisches Ding, Repräsentationsraum, Resonanz von Darstellungsformen, mediale Materialität sind Ausdruck des Bemühens, die Kulturfähigkeit und Kulturmächtigkeit dieser Gegenstände zum Sprechen zu bringen. Foucaults „positives Unbewußtes des Wissens" muß man sich aus dieser Sicht vorstellen als die Verwandlung des Wissenskörpers in immer neue Konfigurationen, die aber gerade in dem Moment, da sie produktiv wirken, nichts von sich selbst und ihrer Wirksamkeit wissen. Herkömmliche Vorstellungen vom Kalkül des Wissenschaftlers oder auch von der glücklichen Eingebung oder dem Zufall bei der Entdeckung des Neuen sind Anthropologisierungen, mit denen man sich vergeblich bemüht hat, derart komplexe Vorgänge auf das ordnungsstiftende Maß des Individuums zu reduzieren. Vielmehr geht es darum, das Augenmerk darauf zu richten, was im Wissenschaftswirklichen sich produziert und reproduziert, stabilisiert und instabil wird, sich deformiert und reformiert. Wie es das tut, erscheint uns als ein Gegenstand vorrangiger Reflexion in einer Welt, deren Strukturen zunehmend als 'ausgestülpte' Formen von Wissenschaft angesehen werden können. Daß es sich dabei um, wenn auch nicht im traditionellen Sinn ideologiekritisch motivierte, Versuche handelt, das reflexive Potential historischer Analyse und Rekonstruktion so zu mobilisieren, daß die enorme Sprengkraft des Unternehmens moderne Wissenschaft gleichsam von innen heraus sichtbar wird, braucht trotz ihres womöglich Hybris-verdächtigen Anspruchs nicht verleugnet zu werden. Von daher wäre es ein Mißverständnis, die Beschäftigung mit Experimentalsystemen als eine Art Ästhetisierung des Experiments zu lesen, die das Labor zu einer verschlossenen Kammer macht, in der gänzlich autonome Dinge geschehen. Es geht gerade nicht um eine neuerliche Autonomisierung der Wissenschaft, von der Rationalität wissenschaftlichen Denkens nun in die Hermetik des Experimentierens verlegt. Wohl aber scheinen die dezi-

diert sozialen Konstruktionen des Experiments nicht ausreichend zu sein, der staunenswerten Ökonomie des wissenschaftlichen Geschehens, das uns immer wieder mit neuen Einsichten und Aussichten überrascht, genauer auf die Spur zu kommen.

Neben den diagnostizierten Kontinuitäten in wissenschaftshistorischen und wissenschaftstheoretischen Zusammenhängen wie der Trennung von wissenschaftsimmanenten und externen Entwicklungsfaktoren, letztlich von Theorie und Praxis überhaupt, gibt es eine weitere revisionsbedürftige Kontinuität, die sich aufschlußreicherweise bis in die sozialkonstruktivistischen Wissenschaftsstudien fortgesetzt hat: das hauptsächliche Augenmerk, das auf die Physik gelegt worden ist. Es ist bekannt, daß gerade auch antipositivistische Wissenschaftstheoretiker von Kuhn bis Lakatos und Feyerabend, die alle der Theorie einen bestimmenden Einfluß auf das Experiment und die wissenschaftliche Empirie eingeräumt haben, sich im wesentlichen an der Physik orientierten. Letzteres gilt aber ebenso für viele jüngere, das Experiment in den Vordergrund stellende Autoren wie Galison, Hacking, Shapin und Schaffer, Wise, Pickering, Cantor, Gooding und andere. (33) Der ständige Blick auf die Physik, das traditionelle Argumentieren von der Physik her hängt gewiß damit zusammen, daß diese, und zwar nicht erst seit dem 20. Jahrhundert, als die am meisten entwickelte Wissenschaft betrachtet wird. Das korrespondiert nicht zufällig damit, daß etliche Wissenschaftstheoretiker ursprünglich als Physiker ausgebildet waren oder zumindest einige Semester Physik studiert haben. Diese Beschränkung hat Konsequenzen. Hacking beispielsweise bezieht sich in seinen Überlegungen zum Experiment, in denen er die Anerkennung von dessen Eigenleben programmatisch einfordert, im wesentlichen auf Beispiele aus der Geschichte der Physik. (34) Wenn Galison sein Modell einer unabhängigen Tradition von Theorie, Experiment und Instrumenten vorschlägt, weist er explizit darauf hin, daß die disziplinär und sozial wirksame Spaltung der Physik in einen theoretischen und einen experimentellen Bereich ihm Pate steht. Schwierig wird es, wenn er sein Modell auch für die Mikrobiologie annimmt – trotz der Konzession, daß die Spaltung hier viel subtiler sei. Sicherlich hat Galison recht, daß eine „universell fixierte, hierarchische Beziehung zwischen Experiment und Theorie", bei der a priori das eine oder andere Vorrang hat, in die Sackgasse führt. (35) Gerade in den biologischen Wissenschaften ist es augenfällig, daß weder ausgeprägte hierarchische Beziehungen noch wohlbestimmte eigenständige Traditionen von Theorie und Experiment auszumachen sind, sondern vielmehr ein ständiges Fluktuieren und Oszillieren verschiedenster Komponenten, die sich in Experimentalsystemen kristallisieren – und auch wieder auflösen.

Wir wollen nicht näher darauf eingehen, warum tragfähige wissenschaftstheoretische Konzepte, Modelle und Überlegungen, die sich an den biolo-

gisch-medizinischen Wissenschaften orientierten, bis vor etwa 15 Jahren kaum existierten; und wenn sie existierten – wie das Beispiel Ludwik Fleck zeigt -, erst geraume Zeit nach ihrer Formulierung rezipiert wurden. Eine veränderte Situation wurde erst durch die labor-anthropologischen Studien der späten 70er und frühen 80er Jahre geschaffen, als Wissenschaftssoziologinnen und -soziologen gezielt bio-medizinische Labors aufsuchten. (36) Diese Studien haben seitdem auch den weiteren Kontext der 'philosophy of science' nicht unberührt gelassen. Daß Latour kurze Zeit später provozierend von einer „Pasteurisierung Frankreichs" (37) redete, daß der experimentelle Charakter der Physiologie der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts in wichtigen Facetten herausgestellt wurde, (38) daß historische Studien zu rezenten Entwicklungen besonders der Molekularbiologie und der Immunologie immer mehr Raum einnehmen, (39) ist zudem nur zum geringen Teil das Produkt der jahrzehntelangen Bemühungen einer 'History of Biology' oder Biologiegeschichte, die sich von der Physikgeschichte das vorwiegende Interesse an Theorien und Konzepten hat vorschreiben lassen. (40) Vielmehr, scheint uns, hängt diese Entwicklung nicht zuletzt damit zusammen, daß das bio-medizinische Wissen und Können immer größere Schatten auf unsere Welt legt. Neben unverzichtbaren Versuchen, die ethischen Dimensionen dieser Schatten auszumessen, ist es dringend an der Zeit, epistemologische Fragen neu aufzurollen. Kein Zufall auch hier, daß viele Historiker zunächst im Labor ausgebildet worden sind. Es wäre zweifelsohne eine voreilige, wiewohl keineswegs haltlose Spekulation, die Prognose zu wagen, daß die 'life sciences' die Physik als Leitwissenschaft im nächsten Jahrhundert ablösen werden. In jedem Falle aber ist darauf hinzuweisen, daß in den Biowissenschaften Experimentalprozeß und Theoriebildung auf eine Weise miteinander verknüpft sind, die sinnfällig macht, daß die übliche Vorstellung vom Experiment als einer bloßen Instanz zum Testen von Theorien nur einen, und den vielleicht unwichtigsten, Sonderfall der Funktion des Experimentierens in den Naturwissenschaften darstellt. Wissenschaftliche Innovation findet in der Regel da statt, wo sie sich über disziplinäre Grenzen hinwegsetzt; und Experimentalsysteme stellen das Forum dar, auf dem wissenschaftliche Konstitutionen und Verordnungen geschrieben und umgeschrieben, neu konfiguriert und reflektiert, verhandelt und novelliert werden. Aus historischer Perspektive betrachtet, haben einzelne Experimentalsysteme nicht nur neue Forschungsräume geöffnet und drastische Veränderungen in wissenschaftlichen Problemhorizonten bedingt, sie haben auch zur Bildung einzelner wissenschaftlicher Disziplinen beigetragen. Daneben sind sie immer wieder der Ort gewesen, von dem aus klassisch gewordene Fächergrenzen überschritten, durchbrochen, verschoben und wieder aufgelöst worden sind. Umgekehrt sind auch Experimentalsysteme immmer wieder rekonfiguriert worden und haben ihr Design auf unvorhersehbare Weise verändert. Im Nachvollzug solcher Verschiebungen und Transformationen gilt es, die auf Dauer paralysierende

Antinomie von interner und externer Wissenschaftsgeschichtsschreibung zu überwinden, sowohl im Hinblick auf eine jeweils einseitige Reduktion als auch im Hinblick auf ein kräftiges, aber letztlich unfruchtbares 'sowohl als auch', das alles mit allem zur Starre gefrieren läßt. Es mag sein, daß sich besagte Antinomie, die nur jene umfassendere von Natur- und Humanwissenschaften und schließlich die von Natur und Gesellschaft reflektiert, erst aufzulösen beginnt, wenn jenseits von Wissenschaftsgläubigkeit ebenso wie von Wissenschaftskritik das „Parlament der Dinge" (41) ernst genommen wird, das die neuzeitlichen Wissenschaften unterhalten.

Objekte, Differenzen, Konjunkturen

Im ersten Teil haben wir die These vertreten, daß Experimentalsysteme sowohl eine epistemische, als auch eine kulturell und sozial wirksame Ordnungsfunktion innehaben, die für die Wissenschaftsgeschichte fruchtbar gemacht werden kann. Wir haben weiterhin festgestellt, daß die Konturierung von Experimentalsystemen kein autonomer Prozeß ist, sondern durch Instrumente, Apparaturen, technische Verfahrensweisen, vorhandene Materialien und Objekte auf der einen, lokale Fähigkeiten, Forschungstraditionen und Interessen auf der anderen Seite bestimmt wird. Die entscheidende Frage ist dann, wie sich diese einzelnen Segmente artikulieren, verdichten und eine Dynamik entwickeln, die nicht aus jenen Segmenten allein herauszulesen ist, und die immer wieder neue, unabsehbar gewesene Wissensschübe auslöst. Wenn es richtig ist, daß die Analyse einzelner Bestandteile eines Experimentalsystems eine notwendige, aber nicht hinreichende Bedingung für das Verständnis von dessen Dynamik ist, drängt sich die Frage nach den relevanten Eigenschaften und Prozessen auf, die ein solches Ensemble als Ganzes charakterisieren. Im folgenden wollen wir uns thesenartig auf drei Begriffe konzentrieren, anhand derer die verschiedenen Wirkmechanismen, Wirkmächtigkeiten und Dispositionen von Experimentalsystemen genauer untersucht werden können. Objekte, Differenzen und Konjunkturen sind gleichsam Stichworte für die Dynamik von Experimentalsystemen, für ihr prekäres Dasein zwischen Repetition und Differenz, ihre synchronen Verknüpfungen und diachronen Ketten.

Objekte

Im Zusammenhang mit der Geschichte von epistemischen Objekten ist in der jüngeren Vergangenheit mehrfach darauf hingewiesen worden, daß die Wahl der Untersuchungsgegenstände gerade in den Wissenschaften vom Leben immer schon eine entscheidende Rolle gespielt hat. Einzelne Organismen werden zu Kristallisationspunkten für wissenschaftliche Problemstellungen, deren Struktur sie umgekehrt wesentlich mitbestimmen. So

haben sich im späten 18. Jahrhundert die Debatten um Existenz und Wirksamkeit des Bildungstriebs am Süßwasserpolypen Hydra aufgehängt. Fragen der Bio-Elektrizität sowie – in einem allgemeineren Sinne – der Nerven- und Muskelphysiologie kaprizierten sich im späten 18. und im 19. Jahrhundert hauptsächlich auf eine einzige Tierart – den Frosch. (42) Schon anhand dieser wenigen Beispiele ließe sich zeigen, daß die Benutzung und die wissenschaftliche Karriere bestimmter Klassen von Lebewesen und Objekte durch einen komplexen Rand von Bedingungen eingegrenzt wird, die von ethischen und finanziellen Gesichtspunkten, von praktischer Verfügbarkeit und Laborausstattung bis hin zur bequemen Manipulierbarkeit der Organismen reichen. An diesem Punkt verknoten sich soziale und epistemologische Aspekte des wissenschaftlichen Geschehens, und wenn auch die Wissenschaftsfähigkeit eines Objekts entscheidend davon abhängt, wie es in einem Experimentalsystem technisch verfügbar gemacht werden kann, so zeigt die Wissenschaftsgeschichte doch immer wieder, daß diese Eigenschaft durch lokale Gegebenheiten überlagert werden und Forschungsanordnungen in eine andere Richtung lenken kann. Damit ist noch nichts darüber gesagt, inwieweit solche Anordnungen ein innovatives Potential zu entfalten vermögen. Das hängt weitgehend von den Bedingungen ab, die für die Konstituierung von Gegenständen zu Wissenschaftsobjekten relevant sind. In diesem Zusammenhang ist auch davor zu warnen, das Potential ökonomischer Steuerungsmöglichkeiten im historischen Rückblick zu verfestigen. Aus historischer Sicht ist immer wieder festzustellen, daß revolutionierende biologisch-medizinische Techniken und Repräsentationen nicht nur durch hochkomplizierte Apparaturen, sondern ebenso oft durch minimalen apparativen Aufwand erreicht wurden. Entscheidend ist in beiden Fällen, daß dadurch ein Objekt auf qualitativ neue Weise verfügbar wird.

Ein wie auch immer geartetes natürliches Objekt bedarf somit eines spezifischen Repräsentationsraumes, um wissenschaftlich attraktiv zu werden. Es kann umgekehrt aber auch an der Konstituierung eines solchen Raumes einen entscheidenden Anteil haben. Wie bereits für das 18. und 19. Jahrhundert festgestellt, haben sich ganze Experimentalsysteme und damit auch Forschungszweige um bestimmte Tiere, Pflanzen oder Zellkulturen herum organisiert. Diese Situation hat sich im 20. Jahrhundert noch akzentuiert. Insbesondere Historiker der Molekularbiologie konnten zeigen, daß die Wahl eines geeigneten Objekts den Vorhang für ganze Forschungsrichtungen geöffnet und geschlossen hat. (43) Bakteriophagen, die Schnecke Aplysia, E. coli-Bakterien, die Drosophila-Fliege, die Weaver-Mutante einer Maus – all diese Objekte haben die Laborforschung in Molekulargenetik, Neurophysiologie, Immunologie, Virologie und Krebsforschung zu einem erheblichen Teil mitbestimmt. Das heißt jedoch keineswegs, daß diese Organismen mit Experimentalsystemen identisch wären. Sie stellen allen-

falls Komponenten mit einem hohen Konfigurationspotential dar. Zweifellos ist die technologische, irreversible Umwandlung von einem natürlichen Objekt in ein wissenschaftsfähiges Modellobjekt eine der entscheidenden Prozeduren in den Experimentalwissenschaften, und es sollte in jedem Falle rekonstruktionswürdig sein, wie dieser Umwandlungsprozeß in spezifischen Laborsituationen vonstatten geht. Doch ein ausschließliches Augenmerk darauf verstellt den Blick für Apparaturen, Aufschreibesysteme, Visualisierungstechniken und Inskriptionsprozesse, die auf etwas ganz anderes zielen als das Objekt selbst. Solche Objekte wären sonst keine Modelle. Sie erfüllen nur dann ihren Zweck, wenn sie beladen werden können, d.h., wenn sie als wissenschaftsfähige Entitäten die materielle Basis abgeben für die Konstruktion epistemischer Dinge. Fliegen, Mäuse oder Bakterien sind keineswegs selbst epistemische Dinge, sondern sie sind die Matrizen, in die epistemische Dinge wie z. B. das Gedächtnis, Krebsgene, Messenger-RNA, Hirnzentren etc. im Prozeß des Experimentierens eingeschrieben werden. Genau an diesem Punkt steht Bachelards Begriff des modernen Wissenschaftswirklichen zur Debatte – als „dinggewordenes Theorem", als „Epigraphie der Materie". (44) Wenn Objekte nicht einfach und unvermittelt die Natur-da-draußen darstellen, sondern immer schon als bestimmten Manipulationen unterworfen betrachtet werden müssen, die sie zum Teil weit von dieser Natur entfernen; und wenn es schließlich zur Be-Schreibung dieser Objekte kommt, dann stellt sich notwendig die Frage, wie die Spuren und Inskriptionen beschaffen sind, mit denen das Wissenschaftswirkliche historisch jeweils installiert und inszeniert wird. Darauf werden wir noch zurückkommen.

Differenzen

Es gehört zu den zentralen Anforderungen des modernen Wissenschaftsbetriebs an eine experimentelle Anordnung, daß sie eine ausreichende reproduktive Kohärenz aufweist. Die Erzeugung von Stabilität ist eines der Fundamente für die Autorität, mit der Wissenschaftler untereinander und nach außen hin den Geltungsanspruch ihres Tuns verteidigen. Das war historisch durchaus nicht immer so. Andererseits haben Harry Collins und Trevor Pinch überzeugend dargelegt, daß auch bei zentralen wissenschaftlichen Ereignissen des 20. Jahrhunderts experimentelle Bestätigungen von Hypothesen oder Theorien, Reproduzierbarkeit und die Erzeugung von Kohärenz keineswegs die allein entscheidenden Akzeptanzkriterien sind, sondern in einem komplexen System von Beziehungen stehen und verhandelt werden. (45) Während Collins und Pinch aber vom Gesichtspunkt der (Eigen- und Fremd-)Bewertung der Stabilität von Forschungsresultaten aus argumentieren, gehen wir davon aus, daß es gerade die Attraktivität und damit letztlich auch die Geschichtsmächtigkeit von Experimentalsystemen ausmacht, daß sie differieren. Differenzen – neue und als solche zunächst

nicht abgesicherte Daten – müssen allerdings laufend in den reproduktiven Hintergrund des Systems eingeschlossen werden, denn ansonsten würde es sich um eine permanente Produktion von Divergenzen handeln, die zwangsläufig zur Sprengung des Systems führen müßte. Trotz der im Nachhinein oft evident erscheinenden Unterschiede zwischen Differenz und Divergenz ist hier einer der zentralen Orte anzunehmen, an dem Wissenschaft verhandelt, debattiert und nicht selten erbittert ausgefochten wird. Die Produktion von Differenzen wurde häufig genug als Artefakt, Rauschen oder Epiphänomen bezeichnet und damit disqualifiziert; oder sie wurde als 'Entdeckungszusammenhang' der epistemologischen Bewertung entzogen. Dennoch manifestiert sich die Binsenweisheit, wonach Wissenschaft stets das Neue produziert, in ihrer experimentellen Wirklichkeit immer als ein Oszillieren zwischen Stabilität und Zusammenbruch. Ebenso wie Objekte epistemische Dinge verkörpern, die ihnen erst eingeschrieben werden müssen, bringen Experimentalsysteme ständig Dinge hervor, die ihrer eigenen Installierung nicht zugrunde gelegen haben.

Konjunkturen

Man könnte die bisherigen Überlegungen ohne Schwierigkeiten als ein konzentrisches Schichtenmodell von zunehmender experimenteller Komplexität und Ausdehnung bezeichnen. Experimentalsysteme sind zwar in bestimmten Sequenzen ihrer Geschichte funktionell autonom, aber nicht grundsätzlich und auf Dauer. Sie sind im Gegenteil stets vernetzungsfähig wie auch vernetzungsbedürftig. Zwischen ihnen ereignen sich Konjunkturen. Dabei handelt es sich um Verbindungen, Kooperationen und Übertragungen, die auf unvorwegnehmbaren Ergebnissen von Experimentalsystemen beruhen und oft genug diese rückwirkend in einem neuen Licht erscheinen lassen. Damit ist einerseits auf jenen Rahmen verwiesen, der zu einem gegebenen Zeitpunkt das Feld möglicher wissenschaftlicher Kooperation absteckt, andererseits ist hier wiederum ein Ort für die Verhandlung von wissenschaftlichen Interessen; oder auch für den taktischen Einsatz von Apparaturen, Materialien und 'know how', die sich eben auch in einem ganz anderen Kontext als dem ihrer Herkunft als nützlich erweisen können. Konjunkturen bilden so etwas wie Knotenpunkte oder Attraktoren für jene immer wieder spontan entstehenden informellen Wissenschaftlergruppen – diesen Vermittlern von Erfahrung, die das Spiel des Möglichen jenseits von institutionell geronnenen Grenzverläufen aufrecht erhalten. In epistemischer Hinsicht gehören Konjunkturen ebenso wie Objekte und Differenzen in die gleiche Kategorie: Sie führen zu unvorhergesehenen Neuigkeiten, die sich, jenseits etablierter Disziplinen, mitunter ihre soziale Realität als transiente epistemische Großbetriebe, als Forschungsschwerpunkte, Sonderforschungsbereiche und als Max-Planck-Institute verschaffen können.

Räume des Wissens: Repräsentation, Codierung, Spur

In den letzten beiden Abschnitten ist bereits verschiedentlich angeklungen, daß sich die Wissenschaftsstudien in methodischer Hinsicht von klassischen Begriffen der Wissenschaftsphilosophie und Erkenntnistheorie entfernt und seit den 80er Jahren vornehmlich von der (Kultur-)Anthropologie, Sozialgeschichte und der Diksursanalyse profitiert haben. Mit dem Versuch, bestehende Schranken in der Auffassung ihres Gegenstandes zu überwinden, sind auch die Grenzen der Wissenschaftsgeschichte selbst porös geworden. Das hat zu einem Zustand produktiver Verunsicherung geführt. Es ist nicht von der Hand zu weisen, daß diese Verunsicherung weniger als Reflexions-Defizit denn im Zusammenhang mit einem weit umfassenderen Wandel im Historizitäts-Regime der Moderne zu sehen ist, dessen Zeugen wir sind. Mit dem scheinbaren Paradox von Globalisierung auf der einen, Kontingenz, Nachträglichkeit und Fragmentierung auf der anderen Seite sind Elemente dieses Wandels benannt, ohne daß wir bereits imstande wären, seine Konturen schärfer auszuleuchten. Jedenfalls verwischen sich zunehmend die tradierten Grenzen zwischen Wissenschaftsgeschichte, Kultur-, Sozial-, Kunst- und Mediengeschichte. Horizontale Diskursverläufe geraten in den Blick. Modi der Erzählung und Strategien der Objektivierung werden in Frage gestellt, neue, zumeist transdisziplinäre Fragestellungen bilden sich aus. Einer dieser Problemkomplexe kreist um das Konzept der Repräsentationsräume in den Wissenschaften.

Das Interesse für das Medium der Darstellung und das Verhältnis von Repräsentation und Intervention in der Wissenschaftspraxis hängt nur zum einen Teil mit jener Bewegung zusammen, die man rückblickend bisweilen auf den Nenner einer „semiotischen Wende" gebracht hat. (46) Vielmehr kommt in der neuen Aufmerksamkeit für Labor-Inskriptionen und für eine material vermittelte Semantik von Forschungstechnologien die bereits mehrfach hervorgehobene Tendenz neuerer Wissenschaftsstudien zum Ausdruck, wissenschaftliches Wissen nicht mehr im abstrakten Raum von Begriffs- und Ideengeschichte zu thematisieren, sondern es in seiner Kontingenz und örtlichen Situiertheit, im historischen Kontext seiner Produktion darzustellen. Die Wissenschaft, so die gemeinsame Prämisse, darf anderen Formen des Wissens, des Bedeutens und der Sinngebung nicht länger diametral gegenübergestellt werden. Sowohl die semiologische Bewegung in der Nachfolge Ferdinand de Saussures (47) als auch die mehr soziologisch orientierten Wissenschaftsstudien implizieren – von ganz unterschiedlichen methodischen Prämissen ausgehend – eine zunehmende Sensibilität für das Hergestelltsein und damit die Historizität kultureller Symbolräume und Bedeutungssysteme. Es ist kein Zufall, daß der Bereich der Naturwissenschaften diesem Typus historischer und diskurstheoretischer Analyse am stärksten und am längsten widerstanden hat, rührt sie doch an das tief ver-

ankerte neuzeitliche Selbstverständnis von Wissenschaft als demjenigen kulturellen Leitsystem, das Wahrheit offenbart, Geltung beansprucht, Macht verleiht und damit gewissermaßen als Fluchtpunkt der Moderne schlechthin gesehen wird.

Der Vergleich zwischen Semiologie und Wissenschaftsstudien ist so reizvoll wie problematisch, zumindest aus der Perspektive ihrer jeweiligen Vertreter. Während beispielsweise der hartnäckige Diskurs über die Unhintergehbarkeit der Schrift zur Dauerkrise einer Schlüsselvorstellung der traditionellen Metaphysik geführt hat, nämlich der säuberlichen epistemologischen Trennung von Repräsentation und Repräsentiertem, kann von einer auch nur ansatzweise vergleichbaren Situation in der Erforschung der Wissenschaften jedenfalls keine Rede sein. Dementsprechend wäre es ein Trugschluß anzunehmen, daß es mit Bezug auf die Repräsentationsformen und Räume des Wissens nur noch ein beispielsweise kunsthistorisch oder literaturkritisch längst hinterlegtes Testament zu vollstrecken gäbe. Vielmehr geht es zunächst einmal darum, das Feld zu sondieren. Noch unterhalb der Schwelle, wo sich die Frage nach der Verfassung von Wissenschaft stellt, ist zu konstatieren, daß sich die Kulturwissenschaften erst ansatzweise an die Wissenschaften, das – aus ihrer Sicht – 'Andere der Kultur' heranmachen. Aber auch umgekehrt ist das Problemfeld etwa des Verhältnisses von Literatur und Wissenschaft in der wissenschaftshistorischen Literatur bislang nur unzureichend beleuchtet. (48) Die genannten Wandlungen spielen der Debatte über die Repräsentation von den genuinen Gegenständen der Wissenschaft her neue Frag-Würdigkeiten zu. Nicht, daß wir den Wissenschaftsstudien den Schlüssel für eine Beendigung der 'crise de la représentation' zuspielen wollten. Doch wenn eine Neufassung des Problems der Repräsentation von der Wissenschaftsgeschichte her gelingen soll, scheint uns die bisherige Beschäftigung mit den Formen der Darstellung in den Wissenschaften in zweierlei Hinsicht einer Umgestaltung zu bedürfen: Der erste Punkt betrifft die Ausrichtung am Modell der Sprache. Der zweite zielt auf den Sachverhalt der Repräsentation selbst.

Solange kritisch-historisches Nachdenken die paradigmatische Rolle sprachlicher Strukturen nicht in Frage stellt, bleibt Repräsentation unweigerlich auf der theoretischen Seite von Wissenschaft verortet. Beschäftigung mit Repräsentation heißt dann nach wie vor Analyse und historische Rekonstruktion von Zeichensystemen. Einer praxisorientierten Repräsentationsanalyse hingegen geht es vor allem um die experimentellen und instrumentellen, die pragmatischen und diskursiven Aspekte wissenschaftlicher Symbolproduktion, um Repräsentation als eine materiell verankerte kulturelle Tätigkeit. Bevor man dies als Abkehr von theoretischen Problemstellungen verbucht, sollte in Erwägung gezogen werden, daß spätestens seit den Umwälzungen in der subatomaren Physik dieses Jahrhunderts und

seit der Einführung des Informationsbegriffs in die kybernetischen und medientechnischen Wissenschaften mit guten Gründen gefragt werden kann, ob die Arbeit der Wissenschaften letztlich überhaupt auf so etwas hinausläuft wie ein „Bild der Welt" (Wittgenstein). Und die molekulare Wende in der Biologie seit der Jahrhundertmitte scheint zu implizieren, daß hier vielleicht das traditionelle Verhältnis von Repräsentation und Referenz geradezu umgestülpt wird, indem der molekulare Code selbst gar nicht mehr als Darstellung von **etwas** gedacht werden kann, sondern zu dem primordialen Vorgang wird, der Repräsentanten überhaupt erst erzeugt. Was aber könnte dann Repräsentation noch heißen? Daß sich 'Repräsentation' als eine – vielschichtige – Metapher erweist, sollte der Verwendung des Ausdrucks zwar keinen Abbruch tun, aber doch dazu anregen, die Brüchigkeit seiner Bedeutung im Auge zu behalten. (49)

Während auf dieser Ebene gefragt werden kann, was überhaupt Konzepte wie Materie, Botschaft oder Leben als Repräsentationen bedeuten, geht es in einer weiteren Schicht des Begriffs um die epistemische und soziale Dimension der Wissenschaften im Machen. Repräsentation realisiert sich in ganz unterschiedlichen Formen wie Experimentalanordnungen, Daten, Symbolen, Graphen, Formeln, sogenannten Abbildern von der Zeichnung bis zum Röntgenbild, Schemata, Statistiken, simulierten Datenkomplexen, Hologrammen, um nur einige unter den möglichen Repräsentanten zu nennen. Die diese Darstellungen erzeugende wissenschaftliche Tätigkeit hat ganz allgemein etwas zu tun mit der Produktion von Spuren, und sie ist gebunden an eine Art Codierung. Aber wovon ist ein Repräsentant eine Spur? Wem gilt der Code? Und was macht die Spur zu einer Spur mit der für sie charakteristischen Nachträglichkeit? Zweifelsohne geht es hier auch um das immer wieder in Angriff genommene, bislang ungelöste Verweisungsverhältnis von Text und Kontext. Da sowohl die Natur-da-draußen als auch die Gesellschaft-da-draußen als Verweisungspunkte zur Genüge durchbuchstabiert worden sind, muß die Frage erlaubt sein: Was liegt dazwischen? Sind es vielleicht unsere begrifflichen Distinktionen selbst – Urbild und Abbild, Natur und Gesellschaft, Text und Kontext, Repräsentation und Repräsentiertes, um nur einige von ihnen zu nennen –, die es erfolgreich verhindern, zu verstehen, was man nicht erst mit Latour, sondern bereits mit Hegel die „Arbeit der Vermittlung" nennen könnte?

Der Umgang mit wissenschaftserzeugten Repräsentationen und den sie bestimmenden Formen der Darstellung, Übersetzung und Vermittlung ist nur durch Vergleich schärfer zu fassen: durch Vergleich mit anderen Formen der Produktion von Ausdrucksformen und Dingen, und zwar sowohl in Kunst, Literatur, Musik, Architektur und Medien, als auch in der technisch-industriellen Fabrikation. Folgende Frage tritt damit in den Vordergrund: Unterscheidet sich das Unternehmen Wissenschaft letztlich nicht

von, sagen wir, der Seifenherstellung, einer Parlamentswahl oder der Komposition eines Musikstücks? Oder haben epistemische Spuren, unbeschadet ihrer kulturellen und damit technischen wie sozialen Verfaßtheit, die sie mit anderen Produktionen von der Ökonomie bis zur Musik teilen, als epistemische Spuren dennoch eine Ausrichtung, die irreduzibel und für sie charakteristisch ist? Und was könnte gegebenenfalls ihre Abgrenzung markieren? Sind die Darstellungsformen, mit denen die Wissenschaften umgehen, letztlich Ausdruck einer historischen Kontinuität oder gar eines allgemeinen Entwicklungsmusters? Sind andererseits die Prozeduren, die die Forschungspraxis an der Grenze vom Wissen zum Nichtwissen ausmachen, nach den gleichen Kriterien zu beurteilen wie die fertigen Resultate, die nach wie vor mit dem Maß von Objektivität, Rationalität und logischer Stringenz gemessen werden? Nichts zwingt zum vornherein zu diesen Annahmen, und nichts dazu, daß Wissenschaft in diesem Koordinatensystem tatsächlich auf ihre Wirkmächtigkeit hin befragt werden kann. Eine vergleichende Analyse der Repräsentationsweisen verschiedener Epochen der Wissenschaftsgeschichte ist ebenso unverzichtbar wie komparatistische Analysen von Repräsentationsformen, die außerhalb des Wissenschaftsbereiches im engeren Sinne angesiedelt sind.

Fragen wir also weiter in Richtung auf die Formen und Techniken der Spurenerzeugung, Spurensicherung und Spurenverarbeitung. Als kleinster gemeinsamer Nenner für die Formen epistemischer Praxis hätte diese Formulierung den Vorzug, dem Positivismus der Repräsentation zumindest mit dem Hinweis zu begegnen, daß nichts in den Wissenschaften Sinn ergibt ohne Rekonstruktion der Geschichten, die sie erzählen. Im Kern wissenschaftshistorisch ausgerichtet, will unser Ansatz den thematischen Bogen weiter spannen und eine transdisziplinäre Reflexion in Gang setzen.

So paradox es – etwa mit Blick auf die Photographie – klingen mag: Alle wissenschaftliche, aber auch künstlerische Repräsentation läuft immer wieder auf die Kernfigur der Ermöglichung von Neuem hinaus, unter den Bedingungen eines differentiellen Anschlusses an das Gewesene. Ein Modell von Wissensräumen, das diesem Tatbestand nicht Rechnung trägt, das isomorphen Welten verhaftet bleibt, hat angesichts des vielfach konstatierten 'Todes der Referenz' im ausgehenden 20. Jahrhundert selbst nur noch historischen Wert. Ebenso unwiderruflich historisch ist die Vorstellung, es gebe eine Wissenschaft und nicht eine unhintergehbare Vielfalt von Wissenschaften. (50) Die Wissenschaften entwickeln und verzweigen sich und legen damit die Spur einer im Prinzip unabschließbaren Arbeit, mit ihr aber auch die Spur eines Gedächtnisses. Schriftliche Repräsentationsverfahren verlängern diese Spuren ebenso wie letztere durch erstere überhaupt erst dauerhafte Gestalt gewinnen. Das Problem der Darstellung bleibt auch unter konstruktivistischen Vorzeichen solange unterbestimmt, wie es nicht

als Problem der Herstellung von Neuem begriffen wird. An diesem Punkt kommen die Wissenschaften ebenso wie die Künste mit der physikalisch-chemisch-biologischen Erscheinung der Selbstorganisation in Berührung – als Gratwanderung zwischen Chaos und Ordnung, wie Friedrich Cramer es einmal formuliert hat. Die Spur ist der Grat, jene prekäre Trennlinie zwischen bloßer Turbulenz auf der einen und erstarrtem Muster auf der anderen Seite. Die Spur ist jenes Niemandsland, wo das Ereignis von Wissenschaft und Kunst sich abspielt, der Riß, in dem sich das Neue abzeichnet. Ein solches 'Abzeichnen', das nichts mit Imitation zu tun hat, sondern mit dem jähen oder auch unmerklichen Auftauchen von Konturen aus der Dämmerung, mag man als den Grundvorgang der Repräsentation ansehen. Er spielt sich ab an jenem Ort, wo die trügerische Verdoppelung von Repräsentation und Referenz, in deren Namen diesem Ort das Existenzrecht seither strittig gemacht wird, noch nicht stattgefunden hat.

Am Ende mag es gute Gründe geben, die es fragwürdig erscheinen lassen, ob der Begriff einer Repräsentation bona fide die Räume des Wissens am Ende gerade jenes Zeitalters auszuleuchten vermag, das sich nach Foucault eben der neuzeitlichen episteme der Repräsentation verdankt. (51) Auf der Suche nach einem Raster, das vielleicht besser verstehen hilft, was sich in diesen Räumen abgespielt hat, ist es mindestens angebracht, die Grenzen des Konzeptes auszuloten und auf die Konnotationen hinzuweisen, die sich mit seiner modernen Allgegenwart verbinden. Zum Verständnis der Räume des Wissens, die sich heute auftun und dessen, was sich in ihnen ereignet; für die Formen von Erkenntnis, die uns aus dem Virtuellen und dem Hyperrealen zufallen werden; für die Präzession von Modellen und Szenarios, die das Reale als das Iterierbare definieren, fehlt uns vermutlich noch eine vergleichbare vereinheitlichende Perspektive. Es bleibt abzuwarten, ob die hier ins Spiel gebrachten Begriffe zur Gewinnung einer solchen Perspektive einen Beitrag leisten können.

Literatur

1. Dieser Beitrag stützt sich auf folgende Publikationen: Hans-Jörg Rheinberger/Michael Hagner (Hrsg.): Die Experimentalisierung des Lebens. Akademie, Berlin 1993; Michael Hagner/Hans-Jörg Rheinberger/Bettina Wahrig-Schmidt (Hrsg.): Objekte, Differenzen und Konjunkturen. Akademie, Berlin 1994; Hans-Jörg Rheinberger/Michael Hagner/Bettina Wahrig-Schmidt (Hrsg.): Räume des Wissens. Akademie, Berlin 1997. Michael Hagner dankt der Deutschen Forschungsgemeinschaft für ihre Förderung im Rahmen eines Heisenberg-Stipendiums.
2. Ian Hacking: Einführung in die Philosophie der Naturwissenschaften. Reclam, Stuttgart 1996, S. 13 (zuerst: Representing and Intervening. Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science. Cambridge University Press, Cambridge 1983).
3. Bruno Latour/Steve Woolgar: Laboratory Life. The Construction of Scientific Facts (1979). 2. Auflage, Princeton University Press, Princeton 1986; Bruno Latour: Science in Action. Harvard University Press, Cambridge/MA 1987.

4. Vgl. dazu auch Hans-Jörg Rheinberger: Toward a History of Epistemic Things. Synthesizing Proteins in the Test Tube. Stanford University Press, Stanford 1997, im Druck.
5. Eine aktuelle Bestandsaufnahme findet sich in Andrew Pickering (Hrsg.): Science as Practice and Culture. The University of Chicago Press, Chicago 1992; vgl. auch Andrew Pickering: The Mangle of Practice. Time, Agency, and Science. The University of Chicago Press, Chicago 1995; Jed Z. Buchwald (Hrsg.): Scientific Practice. The University of Chicago Press, Chicago 1995.
6. Bei Hacking heißt es: „Die Geschichte der Naturwissenschaften wird heute fast immer als Theoriegeschichte geschrieben. Die Wissenschaftsphilosophie ist in solchem Maße zur Philosophie der Theorie geworden, daß sogar die Existenz vortheoretischer Beobachtungen oder Experimente bestritten worden ist." Siehe Hacking 1996 (Anm. 2), S. 250. 1996 trifft dieser Satz – zumindest im Hinblick auf die Wissenschaftsgeschichte – nicht mehr zu.
7. Vgl. die kritische Übersicht bei Peter Galison: History, philosophy, and the central metaphor, Science in Context 2 (1) (1988), 197–212, S. 207–208. In der berühmten Formulierung von Karl Popper heißt es, daß der Experimentator „durch den Theoretiker vor ganz bestimmte Fragen gestellt [wird] und durch seine Experimente für diese Fragen und nur für sie eine Entscheidung zu erzwingen [sucht]; alle anderen Fragen bemüht er sich dabei auszuschalten." Karl Popper: Logik der Forschung. 8. Aufl., Mohr, Tübingen 1984, S. 72.
8. Siehe Hacking 1996 (Anm. 2), S. 411–430.
9. Pars pro toto seien erwähnt: Arthur O. Lovejoy: Die große Kette der Wesen. Geschichte eines Gedankens. Suhrkamp, Frankfurt a. M. 1985; Alexandre Koyré: Von der geschlossenen Welt zum unendlichen Universum. Suhrkamp, Frankfurt a. M. 1969.
10. Immer noch unverzichtbar in dieser Richtung Peter Weingart (Hrsg.): Wissenschaftssoziologie. 2 Bde. Athenäum, Frankfurt am Main 1974.
11. Aus Edinburgh siehe z. B. David Bloor: Knowledge and Social Imagery. The University of Chicago Press, Chicago 1976. 2. Aufl. 1991; Barry Barnes/Steven Shapin (Hrsg.): Natural Order. Historical Studies of Scientific Culture. Sage Publications, Beverly Hills-London 1979. Aus Bath siehe Harry M. Collins, The TEA set: tacit knowledge and scientific networks. Science Studies 4 (1974), 165–186; Harry M. Collins/Trevor Pinch: Frames of Meaning: The Social Construction of Extraordinary Science. Routledge and Kegan Paul, London 1982. Nützlich weiterhin Barry Barnes/David Edge (Hrsg.): Science in Context. Readings in the Sociology of Science. Open University Press, Milton Keynes 1982.
12. Steven Shapin/Simon Schaffer: Leviathan and the Air-Pump. Hobbes, Boyle, and the Experimental Life. Princeton University Press, Princeton 1985. 3. Aufl. 1989, S. 3.
13. Jacques Lacan: Die Wissenschaft und die Wahrheit. In: ders.: Schriften II. Walter, Olten 1975, S. 231–257. Zu einem ähnlichen Resultat gelangt Peter McLaughlin: Der neue Experimentalismus in der Wissenschaftstheorie. In: Rheinberger/Hagner 1993 (Anm. 1), S. 207–218.
14. Ian Hacking: The self-vindication of the laboratory sciences. In: Pickering 1992 (Anm. 5), S. 29–64. Klaus Hentschel: Zum Zusammenspiel von Instrument, Experiment und Theorie am Beispiel der Rotverschiebung im Sonnenspektrum und verwandter spektraler Verschiebungseffekte von ca. 1880 bis etwa 1960. Habilitationsschrift 1995, besonders Kapitel I und XI.
15. Frederick L. Holmes: Hans Krebs. Vol. I. The Formation of a Scientific Life, 1900–1933; Vol. II. Architect of Intermediary Metabolism. Oxford University Press, New York 1992 und 1993; Friedrich Steinle: Looking for a 'simple case': Faraday and electromagnetic rotation, History of Science 33 (1995), 179–202; Hentschel 1995 (Anm. 14).
16. Falk Rieß von der Universität Oldenburg hat hier Pionierarbeit geleistet. Vgl. auch Heinz-Otto Sibum: Working experiments: Bodies, machines and heat values. In: Richard Staley (Hrsg.), The Physics of Empire. Whipple Museum, Cambridge 1994, S. 29–56; ders.: Reworking the Mechanical Value of Heat: Instruments of Precision and Gestures of Accuracy in Early Victorian England. Studies in the History and Philosophy of Science 26 (1995), 73–106.

17. Vgl. Frederick L. Holmes: Do we understand historically how experimental knowledge is acquired?, History of Science 30 (1992), 119–136.
18. Sie fanden am Institut für Medizin- und Wissenschaftsgeschichte der Medizinischen Universität zu Lübeck 1991, 1992 und 1993 statt.
19. Ludwik Fleck: Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Suhrkamp, Frankfurt a. M. 1980.
20. Vgl. dazu Hans-Jörg Rheinberger: Experiment, Differenz, Schrift. Zur Geschichte epistemischer Dinge. Basiliskenpresse, Marburg 1992.
21. Zum Begriff des Dispositivs vgl. Michel Foucault: Dispositive der Macht. Merve, Berlin 1978.
22. Niklas Luhmann: Die Wissenschaft der Gesellschaft. Suhrkamp, Frankfurt a. M. 1990.
23. Galison 1988 (Anm 7).
24. Lynch und Woolgar nähern sich diesem Problemfeld mit der Formel von der „representational practice in science“ an, worunter sie folgende Elemente subsumieren: „graphs, diagrams, equations, models, photographs, instrumental inscriptions, written reports, computer programs, laboratory conversations, and hybrid forms of these.“ Wie sie selbst einräumen, folgt aus dieser bricolage eine gewisse „heterogeneity of representational order“, wodurch der Begriff erheblich aufgeweicht wird. Siehe Michael Lynch/Steve Woolgar: Introduction: Sociological orientations to representational practice in science. In: dies. (Hrsg.): Representation in Scientific Practice. MIT Press, Cambridge/MA 1990, S. 1–18, S. 1–2.
25. Joan H. Fujimura: Crafting science: standardized packages, boundary objects, and ‘translation’. In: Pickering 1992 (Anm. 5), S. 168–211.
26. Bruno Latour: Drawing things together. In: Lynch/Woolgar 1990 (Anm. 24), S. 19–68.
27. Susan L. Star/James R. Griesemer: Institutional ecology, ‘translations’, and boundary objects: amateurs and professionals in Berkeley’s museum of vertebrate zoology 1907–1939, Social Studies of Science 19 (1988), 387–420.
28. Hans-Jörg Rheinberger: Experiment, difference, and writing. I. Tracing protein synthesis; und II. The laboratory production of transfer RNA, Studies in History and Philosophy of Science 23 (1992), 305–331; 389–422.
29. Das hat keiner besser gesehen als Claude Bernard, der große französische Experimentalphysiologe des 19. Jahrhunderts. Claude Bernard: Philosophie. Manuscrit inédit. J. Chevalier (Hrsg.), Editions Hatier-Boivin, Paris 1954. Vgl. auch Abraham A. Moles: Les sciences de l’imprécis. Editions du Seuil, Paris 1995.
30. Vgl. dazu etwa Michel Morange: Historie de la biologie moléculaire. Editions La Découverte, Paris 1994.
31. Daß die Naturwissenschaftsgeschichte sich hier eindeutig ‘verspätet’ hat, zeigt die französische Geschichte bzw. Archäologie der Humanwissenschaften. In Das Normale und das Pathologische, Hanser, München 1974, zeigt Georges Canguilhem, daß die Stabilisierung des Verhältnisses von Normalität und Anomalität in der Medizin sich erst nach einem Transformationsprozeß durch verschiedene wissenschaftliche Disziplinen ergeben hat. Foucault wiederum enhüllt das „positive Unbewußte des Wissens“ durch eine vergleichende Analyse von Naturgeschichte, Ökonomie und Grammatik im 18. Jahrhundert und zeigt, daß die jenseits fachlicher Schranken existierenden Gemeinsamkeiten untereinander ungleich größer sind als mit den jeweiligen scheinbaren Nachfolgern Biologie, Politische Ökonomie und Philologie (Michel Foucault: Die Ordnung der Dinge. Eine Archäologie der Humanwissenschaften. Suhrkamp, Frankfurt/M. 1971). Vgl. dazu auch Wolf Lepenies: Soziologische Anthropologie. Ullstein, Frankfurt/M., Berlin, Wien 1977, S. 135–136.
32. Vgl. Bruno Latour: The force and reason of experiment. In: Homer Le Grand (Hrsg.): Experimental Inquiries. Historical, Philosophical and Social Studies of Experimentation in Science. Kluwer, Dordrecht 1990, S. 49–80; ders.: Haben auch Objekte eine Geschichte? Ein Zusammentreffen von Pasteur und Whitehead in einem Milchsäurebad. In: ders: Der Berliner Schlüssel. Erkundungen eines Liebhabers der Wissenschaften. Akademie, Berlin 1996, S. 87–112.
33. Aufschlußreicherweise enthält der wichtige Band „The Uses of Experiment. Studies in the Natural Sciences“, herausgegeben von David Gooding, Trevor Pinch and Simon

Schaffer, Cambridge University Press, Cambridge 1989, keinen einzigen Beitrag über die 'life sciences', wenn man einmal von der als „extraordinary science" bezeichneten Geschichte des englischen „Gentleman" Andrew Crosse absieht, der im Viktorianischen England elektrische Experimente anstellte, mittels derer er meinte, eine neue Spinnenart zu kreieren.

34. Hacking 1996 (Anm. 2), S. 249–277.
35. Galison 1988 (Anm. 7), S. 208.
36. Vgl. etwa Latour/Woolgar 1986 (Anm. 3); Karin Knorr-Cetina: Die Fabrikation von Erkenntnis. Suhrkamp, Frankfurt/M. 1984.
37. Bruno Latour: The Pasteurization of France. Harvard University Press, Cambridge/MA, 1988.
38. Vgl. William Coleman/Frederick L. Holmes (Hrsg.): The Investigative Enterprise. Experimental Physiology in Nineteenth-Century Medicine. University of California Press, Berkeley 1988; Andrew Cunningham/P. Williams (Hrsg.): The Laboratory Revolution in Medicine. Cambridge University Press, Cambridge 1992.
39. Vgl. etwa die verschiedenen Beiträge in Le Grand 1990 (Anm. 32) sowie Lynch und Woolgar 1990 (Anm. 24), die sich auf Physik, Chemie, Biologie, Anthropologie, Geologie und Medizin erstrecken.
40. Das heißt jedoch nicht, daß es nicht bedeutsame Entwicklungen in der Biologiegeschichte gegeben habe. Vgl. dazu Robert Olby: A Retrospect on the Historiography of the Life Sciences. In: J. D. North & J. J. Roche (Hrsg.): The Light of Nature. Nijhoff, Dordrecht 1985, S. 95–109.
41. Bruno Latour: Wir sind nie modern gewesen. Versuch einer symmetrischen Anthropologie. Akademie, Berlin 1995, S. 192.
42. Siehe Karl E. Rothschuh: Laudatio ranae exploratae. Sudhoffs Archiv 57 (1973), 231–244; Frederic L. Holmes: The old martyr of science: The frog in experimental physiology, Journal of the History of Biology 26 (1993), 311–328.
43. Siehe hierzu die von Muriel Lederman und Richard M. Burian herausgegebene Sammlung von Studien unter dem Titel „The Right Organism for the Job" in Heft 2 des Journal of the History of Biology 26, 1993. Vgl. auch Robert Kohler: Systems of production. Drosophila, Neurospora, and biochemical genetics. Historical Studies in Physical and Biological Sciences 22 (1991), 87–130; Robert Kohler: Lords of the Fly. Drosophila Genetics and the Experimental Life. University of Chicago Press, Chicago 1994.
44. Siehe Gaston Bachelard: Der neue wissenschaftliche Geist. Suhrkamp, Frankfurt a. M. 1988, S. 168. Vgl. auch ebd., S. 11.
45. Harry Collins/Trevor Pinch: The Golem. What Everyone Should Know About Science. Cambridge University Press, Cambridge 1993.
46. Latour 1995 (Anm. 41), S. 85–88. Vgl. auch T. Pavel: Le mirage linguistique. Essai sur la modernisation intellectuelle. Le Seuil, Paris 1988.
47. Vgl. dazu die Studie von Johannes Fehr: Saussure. Zwischen Linguistik und Semiologie. Reprint Nr. 23, Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, Berlin 1995.
48. Interessante Ansätze zu einer Kulturgeschichte des wissenschaftlichen Wissens werden entwickelt von Joseph Rouse: What are cultural studies of scientific knowledge? Configurations 1 (1993), 1–22; Joseph Rouse: Engaging Science. How to Understand its Practices Philosophically. Cornell University Press, Ithaca 1995.
49. Zum Gebrauch des Begriffs 'Repräsentation' in den Wissenschaftsstudien vgl. auch Michael Hagner: Zwei Bemerkungen zum Begriff der Repräsentation in der Wissenschaftsgeschichte. In: Hans-Jörg Rheinberger/Michael Hagner/Bettina Wahrig-Schmidt (Hrsg.): Räume des Wissens. Akademie, Berlin 1997, S. 339–355.
50. Siehe dazu das neue Schlagwort der „disunity of the sciences" etwa bei John Dupré: The Disorder of Things: Metaphysical Foundations of the Disunity of Science. Harvard University Press, Cambridge, Mass. 1993; Alexander Rosenberg: Instrumental Biology; or, The Disunity of Science. University of Chicago Press, Chicago 1994; Peter Galison/Donald J. Stump (Hrsg.): The Disunity of Science. Boundaries, Contexts, and Power. Stanford University Press, Stanford 1996.
51. Foucault 1971 (Anm. 31).