Sonderdruck aus:

Objekte, Differenzen und Konjunkturen

Experimentalsysteme im historischen Kontext

Herausgegeben von Michael Hagner,
Hans-Jörg Rheinberger und Bettina Wahrig-Schmidt

ISBN 3-05-002585-9

Akademie Verlag
Berlin 1994

Michael Hagner/Hans-Jörg Rheinberger/Bettina Wahrig-Schmidt

Objekte, Differenzen, Konjunkturen

Als einer der möglichen Zugänge zur „Wissenschaft im Machen" und damit zu Forschungsprozessen hat sich die Beschäftigung mit jenen empirisch-wissenschaftlichen Arbeitseinheiten erwiesen, die in der Umgangssprache der biologischen und medizinischen Wissenschaften *Experimentalsysteme* genannt werden.[1] Im Gegensatz zu ihrer für Laborwissenschaftler rein operationalen und heuristischen Bedeutung gehen wir davon aus, daß Experimentalsysteme sowohl eine epistemische als auch eine kulturell und sozial wirksame Ordnungsfunktion innehaben. Sie stellen gewissermaßen ein „Parlament der Dinge" dar, in 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. Andererseits ist die Herausbildung von Experimentalsystemen kein autonomer Prozeß, sondern durch Instrumente, Apparaturen, technische Verfahrensweisen, vorhandene Materialien und Objekte auf der einen, lokale Fähigkeiten, Forschungstraditionen und Interessen auf der anderen Seite bestimmt. Die entscheidende Frage ist dann, wie sich diese einzelnen Segmente zu einer *dichten Packung* zusammenfügen 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,

1 Vgl. Rheinberger 1992; Rheinberger/Hagner 1993.

anhand derer die verschiedenen Wirkmechanismen, Wirkmächtigkeiten und Dispositionen von Experimentalsystemen genauer untersucht werden können.

Objekte

Wissenschaftsgeschichte ist immer auch die Geschichte von Dingen. In diesem Zusammenhang ist in der jüngeren Vergangenheit mehrfach darauf hingewiesen worden, daß die Wahl der Untersuchungsgegenstände in den Wissenschaften vom Leben seit jeher einen ausgezeichneten Platz beansprucht hat. Einzelne Organismen wurden zu Kristallisationspunkten für wissenschaftliche Probleme, deren Struktur sie wesentlich mitbestimmten. So wurden im späten 18. Jahrhundert die Debatten um Existenz und Wirksamkeit des Bildungstriebs am Beispiel des Süßwasserpolypen Hydra geführt. Fragen der Bio-Elektrizität sowie – in einem allgemeineren Sinne – der Nerven- und Muskelphysiologie kaprizierten sich im späten 18. und im 19. Jahrhundert hauptsächlich auf den Frosch. Schon anhand dieser beiden 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 über praktische 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 wesentlich davon abhängt, wie es in einem Experimentalsystem technisch verfügbar gemacht werden kann, so zeigt die Wissenschaftsgeschichte doch immer wieder, daß diese Eigenschaft durch bestimmte lokale Bedingungen überlagert werden kann und die Forschungsanordnung in eine andere Richtung lenkt. Damit ist noch nicht entschieden, ob eine solche Anordnung ein innovatives Potential zu entfalten vermag. In diesem Zusammenhang geht es auch nicht darum, das Ausmaß ökonomischer Steuerungsmöglichkeiten im historischen Rückblick zu verfestigen, sondern die Bedingungen zu rekonstruieren, die für die Umwandlung von Gegenständen in Wissenschaftsobjekte relevant sind. Aus historischer Sicht ist festzustellen, daß revolutionierende biologisch-medizinische Techniken und Repräsentationen sowohl durch hochkomplizierte Apparaturen als auch durch minimalen apparativen Aufwand erreicht wurden. Entscheidend ist in beiden Fällen, daß das Objekt in diesen Zusammenhang eingefügt werden kann.

Ein wie auch immer geartetes natürliches Objekt bedarf somit eines spezifischen Repräsentationsraumes, um wissenschaftlich wirksam zu werden, kann umgekehrt aber auch an der Konstituierung eines solchen Raumes einen ent-

scheidenden 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.[2] Bakteriophagen, die Schnecke Aplysia, E. coli-Bakterien, die Drosophila-Fliege, die Weaver-Mutante einer Maus – all diese Objekte haben die Laborforschung in der Molekulargenetik, Neurophysiologie, Immunologie, Virologie und Krebsforschung zu einem erheblichen Teil mitbestimmt. Das heißt jedoch nicht, daß diese Organismen mit Experimentalsystemen identisch wären. Sie stellen allenfalls Subsysteme mit einem hohen Konfigurationspotential dar. Zweifellos ist die technologische, irreversible Umwandlung von einem natürlichen Objekt in ein wissenschaftsfähiges Modellobjekt eine der signifikanten 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, 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. 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 „théorème réifié", als „Epigraphie der Materie".[3] Wenn Objekte nicht die *Natur da draußen* darstellen, sondern immer schon als bestimmten Manipulationen unterworfen betrachtet werden müssen, die sie zum Teil weit von jener 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.

2 Siehe hierzu den Band von Clarke/Fujimura 1992 sowie die von Muriel Lederman und Richard 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 Kohler 1991.

3 Siehe Bachelard 1988, 168; Vgl. auch ebenda, 11.

Differenzen

Es gehört zu den zentralen Anforderungen des modernen Wissenschaftsbetriebs an experimentelle Anordnungen, daß sie eine ausreichende reproduktive Kohärenz aufweisen. Die Erzeugung von Stabilität ist eines der Fundamente für die Autorität, mit der Wissenschaftler den Geltungsanspruch ihres Tuns verteidigen. Das war bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts durchaus nicht selbstverständlich. Andererseits haben Harry Collins und Trevor Pinch kürzlich überzeugend dargelegt, daß auch bei zentralen wissenschaftlichen Ereignissen des 20. Jahrhunderts experimentelle Bestätigungen von Hypothesen oder Theorien, Reproduzierbarkeit und Kohärenz keineswegs die allein entscheidenden Kriterien waren, sondern in einem komplexen System von Beziehungen standen und verhandelt wurden.[4] Während Collins und Pinch vom Gesichtspunkt der (Eigen- und Fremd-)Bewertung der Forschungsresultate aus argumentieren, gehen wir davon aus, daß es gerade die Attraktivität und damit auch die Geschichtsmächtigkeit von Experimentalsystemen ausmacht, daß sie differieren. Differenzen – neue Befunde – müssen allerdings laufend in den reproduktiven Hintergrund des Systems eingeschlossen werden, denn sonst würde es sich um eine permanente Produktion von Divergenzen handeln, die zwangsläufig zur Sprengung des Systems führt. Trotz der im nachhinein oft evident erscheinenden Unterschiede zwischen Differenz und Divergenz ist hier einer der 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 der 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.

4 Collins/Pinch 1993.

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 weder grundsätzlich noch auf Dauer. Sie sind im Gegenteil stets vernetzungsfähig wie auch vernetzungsbedürftig. Zwischen ihnen ereignen sich Konjunkturen. Dabei handelt es sich um unvorwegnehmbare Ereignisse in Form von Kooperationen und Übertragungen, die gegebene Experimentalsysteme 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*, der sich in einem ganz anderen Kontext als dem seiner Herkunft als nützlich erweisen kann. Konjunkturen bilden die Knotenpunkte für jene immer wieder spontan entstehenden informellen Wissenschaftlergruppen, welche Vermittlung von Erfahrung und überhaupt das Spiel des Möglichen jenseits von institutionell geronnenen Grenzverläufen erlauben. In epistemischer Hinsicht gehören Konjunkturen in die gleiche Kategorie wie Objekte und Differenzen: Sie produzieren unvorhergesehene Neuigkeiten, oft sogar epistemische Großbetriebe, die sich ihre soziale Realität als Forschungsschwerpunkte, Sonderforschungsbereiche und in institutionalisierter Form etwa als Max-Planck-Institute verschaffen können.

Die Beiträge

Die Beiträge dieses Bandes sind zur einen Hälfte um (psycho-)physiologische Forschungen im späten 19. Jahrhundert, zur anderen Hälfte um molekularbiologische Themen aus der Mitte und der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts gruppiert. Diese Schwerpunktwahl basiert auf der Überzeugung, daß Physiologie, Hirnforschung und Molekularbiologie zentrale Knoten in dem großen Feld der Wissenschaften vom Leben darstellen und daß ihr Handlungs- und Erkenntnispotential in Zukunft von noch größerer Bedeutung sein wird.

Über diesen Aspekt einer *Geschichte der Zukunft* hinaus sind wir aber auch der Ansicht, daß historische Untersuchungen der angemessene Ort für die Behandlung epistemologischer Fragen zur Praxis des Experimentierens sind. Dabei nehmen wir in Kauf, daß die einzelnen Beiträge sich in ganz unterschiedlicher, zum

Teil kritischer Weise an Experimentalsysteme und ihr Umfeld annähern. Beim momentanen Stand der wissenschaftshistorischen Forschung, die gerade im deutschen Sprachraum die jüngere Geschichte der Wissenschaften vom Leben über ihre unmittelbaren welthistorischen Verstrickungen hinaus erst zu entdecken beginnt, konnte es weniger um eine strikte methodologische Einheitlichkeit gehen als vielmehr um jene minimale Kohärenz in der historischen Aufarbeitung von wissenschaftlichen Entwicklungen und Forschungszusammenhängen, die helfen soll, den Blick auf das Innere von Experimentalkulturen freizulegen.

Die Zellenlehre Theodor Schwanns und Matthias Jakob Schleidens sowie die daran anschließende Zellularpathologie Rudolf Virchows zählen seit langem zum historischen Bestand der wissenschaftlichen Großereignisse des 19. Jahrhunderts. Doch wäre es eine jener retrospektiven Verkürzungen anzunehmen, der Siegeszug der Zelle als Wissenschaftsding sei völlig reibungslos abgelaufen. Das läßt sich besonders gut anhand der Diskussionen um jene Zellen verfolgen, die sich bei mikroskopischer Betrachtung augenscheinlich bewegten, denn an diesem Phänomen geriet die bereits erworbene Seherfahrung immer wieder an ihre Grenzen. In ihrer Analyse geht Bettina Wahrig-Schmidt der Frage nach, wie Sehanweisungen, optische Techniken, Innovationen und Variationen der Versuchsanordnung unter den Histologen, Pathologen und Biologen der Zeit diskutiert wurden. Dabei stellt sich heraus, daß die Zelle als *Objekt* der Mikroskopie auch nach der Zellularpathologie alles andere als ein wohldefinierter Gegenstand war. Eigenschaften und Bestandteile dieses Objekts wurden so unterschiedlich aufgefaßt, daß die Zellen, die der eine Forscher untersucht hatte, oft kaum etwas mit den von einem anderen untersuchten gemeinsam hatten. Einen bedeutenden Einfluß auf die Forschungsdynamik übten neben den Färbe- und Präparationsmethoden besonders die Wahl der zu beobachtenden Gewebe sowie das für sie geschaffene Milieu aus. Somit entwickelte sich zwischen der Zelle, ihrer Umgebung, dem Auge und dem Mikroskop ein Konglomerat von praktischen und theoretischen Sehanleitungen, deren Motiv häufig das Bemühen war, allzu weitreichende Konsequenzen des Gesehenen abzuwehren und dieses trotzdem in die jeweils favorisierten Konzepte der Zelle und des Lebens einzuschreiben. Die Entwicklung von Beobachtungsregeln und immer komplizierteren Präparationstechniken offenbart zugleich die Tendenz, die Grenzen des Sichtbaren nach unten zu erweitern: Die Sichtbarmachung von Zellbestandteilen (Kern, Granula) und die Beobachtung von Zellteilungsvorgängen trugen dazu bei, daß sich schließlich das Interesse von der Zelle in Bewegung zur Bewegung in der Zelle verschob.

Die (Grenze der) Vergleichbarkeit von ähnlichen Forschungsinteressen in unterschiedlichen Forschungseinrichtungen ist auch das Thema von Godelieve van Heteren. Anhand des Problems der Akkommodation des Auges in der niederländischen physiologischen Optik um 1850 stellt sie die Frage, ob der wichtigste

Parameter für die Dynamik des Experiments nicht weniger in seiner „differentiellen Reproduktion“ liege, als vielmehr in der Konsolidierung und Stabilisierung eines spezifischen sozialen Umfeldes zu suchen sei. Bei dem führenden niederländischen Ophthalmologen F. C. Donders und seinen Mitarbeitern in Utrecht spielten zwei Motive eine entscheidende Rolle für das Interesse an der Akkommodation: erstens eine an medizinischen Bedürfnissen ausgerichtete physiologische Arbeitsweise, die dazu führte, daß physiologische Fragestellungen institutionell und inhaltlich mit Ausbildungs- und klinischen Problemen gekoppelt waren. Zweitens hoffte Donders aber auch, im Phänomen der Akkommodation einen Schlüssel für das Verständnis grundlegender Lebensprozesse zu finden. Diese Verbindung von institutionellen und theoretischen Interessen als Ausgangspunkt für die Entwicklung von praktisch-experimentellen Aktivitäten führte indes nicht zu den erhofften weiterführenden Ergebnissen. Van Heteren schließt aus ihrer Fallstudie, daß die Utrechter Arbeiten zur Akkommodation letztlich der Untermauerung einer wissenschaftspolitisch und ideologisch opportunen Position im niederländischen Universitätssystem dienten. Dieser Umstand trug zwar zu ihrer Legitimierung bei, wirkte sich jedoch nicht auf ihre Forschungsrelevanz aus.

Am Anfang der Karriere des Psychiaters Emil Kraepelin stand ein auf den ersten Blick ganz untypisches Forschungsinteresse, insbesondere weil die meisten deutschen Psychiater der 80er Jahre des 19. Jahrhunderts sich vornehmlich mit der Anatomie des Gehirns beschäftigten. Kraepelin dagegen setzte nicht auf die Anatomie oder klinische Psychiatrie, sondern – so zeigt die Analyse von A. H. A. C. van Bakel – auf die experimentelle Psychologie, was bereits in seiner Leipziger Zusammenarbeit mit Wilhelm Wundt zum Ausdruck kam. Später entwickelte Kraepelin sein eigenes Forschungsprogramm, das van Bakel durch den Übergang von der Psychophysik zur Psychotechnik gekennzeichnet sieht. Anstelle von Experimenten zu Reaktionszeiten und den psychophysischen Bedingungen der Wahrnehmung konzipierte Kraepelin Experimente zur Gedächtnisleistung und anderen meßbaren und standardisierbaren Aspekten *geistiger Arbeit.* Mit dieser Experimentalisierung des Geistes, wie man es nennen könnte, bahnte er sich – vergleichbar den Gedächtnisforschern in Andreas Hartmanns Studie – den Weg zum psychologischen Test und schließlich zur Anwendung experimenteller Verfahren in der Psychiatrie. Kraepelins Programm verfolgte zwei Ziele: 1. das Verhalten der Geisteskranken in der Gesellschaft abschätzbar und berechenbar zu machen; 2. die Abweichungen von der Norm in den Rang eines Gegenstandes technisch verfeinerter psychologischer Forschung zu erheben. Mit dieser Art der Verwissenschaftlichung der Psychiatrie im Sinne des Bemühens um standardisierbare Tests gehört Kraepelin zu den Vermittlern zwischen experimentell verstandener Forschung und *social engineering.*

Am Beispiel der experimentalpsychologischen Gedächtnisforschung im späten 19. Jahrhundert demonstriert Andreas Hartmann, daß zwei Bedingungen notwendig waren, ein so schwer faßbares Phänomen wie das menschliche Gedächtnis naturwissenschaftsfähig zu machen. Der erste Schritt bestand darin, es sämtlicher sozialer, kultureller und biographischer Kontexte zu entkleiden, um es in einem künstlichen und reduzierten Versuchsmilieu anzusiedeln. Hermann Ebbinghaus, der Pionier dieses Projekts einer Ökonomie der Erinnerung, konstruierte ein solches Milieu mit seinen berühmten sinnlosen Silben, womit er idealerweise ein „semantisches Vakuum" schuf. Diese Evakuierung jeglicher Bedeutungszusammenhänge des Gedächtnisses führte zu einer Art Protosemantik der reinen Wiederholung. Komplementär zu dieser Entfernung von der Lebenswelt waren zum anderen die strengen Verhaltensmaßregeln für den Auto-Experimentator selbst. Verschärft wurde diese Unter-Ordnung in den Experimenten von Georg Elias Müller: Trennung von Versuchsperson und Versuchsleiter, apparativ gesteuerte Präsentation der Silben, weitgehende Konstanthaltung sämtlicher Versuchsbedingungen. Experimentalisierung bedeutete also, vordergründige individuelle Varianzen auszuschalten. Zugleich kann Hartmann zeigen und durch Abbildungen eindrucksvoll belegen, daß diese durch ein Arsenal von Apparaturen vermittelte Objektivierung eine radikale Form von Vereinzelung, von Subjektizität schlechthin erzeugt: das Subjekt als Subjectum. Jede kulturell konkretisierte Gedächtnistätigkeit erscheint so vor dem Hintergrund dieser Unterwerfung.

Von einer anderen Perspektive aus als dem Versuch einer Standardisierung psychischer Qualitäten versuchten Hirnanatomen und -physiologen das geistige Leben des Menschen in naturwissenschaftlichen Kategorien zu fassen. Zwischen 1870 und 1900 setzte sich in der Hirnforschung zunehmend der Gedanke durch, daß die geistigen Fähigkeiten im Gehirn lokalisiert seien. Dieser Prozeß stellte das Ergebnis einer gegenseitigen Stabilisierung von klinischen Untersuchungen, experimentalphysiologischen und anatomischen Studien dar. Das Modell, das sich in diesem Prozeß zunächst durchsetzte, war das „senso-motorische Reflexmodell" von Carl Wernicke. Erst als um 1900 Kritik am Lokalisationsgedanken laut wurde, begann das Modell an Bedeutung zu verlieren. Bei der historischen Einordnung der cytoarchitektonischen Analyse der Hirnrinde, die sich als anatomische Fundierung des Lokalisationsgedankens verstand, geht Michael Hagner von der Hypothese aus, daß das Reflexmodell hier keine Rolle mehr spielte. Die spezifischen Methoden zur Sichtbarmachung von Zellstrukturen sollten eine Abgrenzung von funktionalen Arealen ermöglichen, die genauer war als bisherige Versuche und Darstellungsverfahren. Entscheidend ist, die unterschiedlichen Anwendungs- bzw. Gültigkeitsbereiche der verschiedenen Techniken nicht unter den Vorzeichen von *richtig* oder *falsch* zu verstehen, sondern unter dem

Aspekt dessen, was experimentell machbar und vernetzungsfähig mit anderen Experimentaltechniken ist. So entschied die gegenseitige Abstützung von Architektonik und elektrischer Stimulation der Hirnrinde im wesentlichen über deren genauere Kartographierung. Das Modellieren lief letztlich darauf hinaus, eine funktionelle Landkarte der Hirnrinde zu erstellen: der Problemhorizont Lokalisation blieb – wenn auch mit Abwandlungen – erhalten, der Darstellungsraum war jedoch ein anderer geworden.

Es ist eine Banalität, daß Wissenschaftsgeschichte nicht faktisch unabhängig von aktuellen wissenschaftlichen Entwicklungen betrieben werden kann und auch nicht betrieben werden sollte. Das Genomprojekt allerdings öffnet nicht zuletzt auch für Historiker eine neue Dimension: es dürfte sich um das erste Forschungsprojekt in den Wissenschaften vom Leben handeln, das bereits lange vor seinem Abschluß das Interesse der Historiker beansprucht.[5] Lily Kay geht es um die Einführung der Rede von der Textualität in die Molekularbiologie, deren erste informationswissenschaftliche Schritte in der Biologie um 1950 sie untersucht. Ihre These besteht darin, daß die Wende zum Informationsdenken in den Lebenswissenschaften, die zur Formulierung des genetischen Codes führte, weniger eine Konsequenz der molekularbiologischen Forschung selbst als vielmehr der Kybernetik gewesen ist. Bereits Norbert Wiener spekulierte im Rahmen seines Modells für Rückkopplungs- und Kontrollprozesse in Maschinen und in Organismen, daß der Reproduktionsmechanismus von Genen unter informationstheoretischen Gesichtspunkten bearbeitbare Konturen gewinnen würde. Dementsprechend mußte es prinzipiell möglich sein, das „Buch des Lebens" als einen desemantisierten Text zu schreiben. In diesem Schritt sieht Kay nicht bloß die Öffnung eines neuen diskursiven Raumes, in den sich die weiteren Prozeduren der Molekularbiologie einschreiben, sondern auch eine skripturale Kritik am logozentrischen Weltbild, eine Entwertung von Begriffen wie „Seele", „Leben" und „Wert". Was Derridas Begriff der Schrift für eine Kritik der abendländischen Metaphysik bedeutet, findet sein Komplement in Wieners Kybernetik. Die Entschlüsselung des genetischen Codes und des Genoms sind dann nichts anderes als die Vollendung einer gewaltigen Repräsentationsmaschine, die am Ende nichts darstellt als sich selbst in ihrer geschriebenen Verfaßtheit.

Soraya de Chadarevian versucht am Beispiel der Geschichte der Molekularbiologie am Cavendish in Cambridge zu zeigen, wie lokale, politische, soziale und kognitive Faktoren bei der Formierung einer biologischen Disziplin ineinandergreifen. Ihre Ausgangshypothese besteht darin, daß Experimentalsysteme zwar Referenzpunkte wissenschaftshistorischer Forschung darstellen, daß es aber für das Verständnis ihrer Dynamik wesentlich ist, die individuellen Akteure und die

5 Siehe z. B. den Sammelband Kevles/Hood 1993.

lokalen institutionellen Bedingungen im Sinne einer Co-Produktion wissenschaftspolitischer Optionen, persönlicher Interessen der Wissenschaftler und materieller Arbeitsressourcen in die Rekonstruktion einzubeziehen. Den Aufbau des *Laboratory for Molecular Biology* in Cambridge zwischen 1958 und 1962 beschreibt sie als eine Art pragmatischer *bricolage* zwischen diesen Elementen. Dabei dominierte die Strukturanalyse biologischer Moleküle als Schlüssel zum Verständnis von deren Funktion. De Chadarevian betont, daß die *föderierten* Experimentalsysteme, etwa Max Perutz' Röntgenstrukturanalyse des Hämoglobins oder Fred Sangers System zur Sequenzanalyse von Proteinen mit ihrem jeweiligen technischen Bestand ein *Eigenleben* beibehielten. Andererseits führte ihre räumliche Koordination dazu, Übersetzungsstrategien zu entwickeln, auf deren Basis es zu einem Fluß von Kristallen, Sequenzen, Modellen und Forschern zwischen den verschiedenen Abteilungen und zur Installierung gemeinsamer Projekte kam.

Während de Chadarevian als Perspektive ein einzelnes, in seiner Bedeutung für die Etablierung der Molekularbiologie überragendes Forschungsinstitut wählt und einen synchronen Schnitt anlegt, entwickelt Hans-Jörg Rheinberger in einer diachronen Ereigniskette die Geschichte der Entschlüsselung des genetischen Codes. Rheinberger zufolge sind Experimentalsysteme durch mehr oder weniger komplexe Repräsentationsräume charakterisiert, in denen sich Wissenschaftsobjekte oder epistemische Dinge als Artikulation von Spuren oder Graphemen konstituieren. Solche Systeme haben zwar eine – immer fragil bleibende – reproduktive Kohärenz, aber grundsätzlich einen offenen Rand. Offene Ränder erlauben sowohl das Auftreten interner unvorwegnehmbarer Ereignisse (Differenzen) wie auch die Vernetzung von Experimentalsystemen durch materiellen Austausch von Spuren, also durch das Auftreten externer unvorwegnehmbarer Ereignisse (Konjunkturen). In diesem Begriffsnetz siedelt Rheinberger die Entwicklung des *in vitro*-Systems der Proteinbiosynthese an, in dem Mitte der 50er Jahre eine lösliche RNA identifiziert wurde, über die – als Transfer-RNA – dieses zunächst rein biochemische System eine molekularbiologische Reorientierung erfuhr. Zu einer veritablen Konjunktur kam es Anfang der 60er Jahre, als die zunächst in einem anderen Experimentalsystem zur Darstellung gebrachte Messenger-RNA in das Proteinbiosynthese-System inkorporiert wurde und damit eine die ganze Gemeinschaft der Molekularbiologen überraschende Entschlüsselung des genetischen Codes erlaubte.

Jean-Paul Gaudillière geht es um den Nachweis, daß die Onkogen-Forschung der 70er und frühen 80er Jahre zu einer Verstrebung zwischen Molekularbiologie und Krebsforschung führte, die sich aus dem Management einer Reihe von komplexen Experimentalsystemen heraus entwickelte. Das kristallisierende Ereignis war die Beobachtung unerwarteter Differenzen zwischen normalen Zellen und

Krebszellen, in deren Gefolge die Untersuchung zellulärer Onkogene diejenige viraler Onkogene ersetzte und die Technik der Transfektion mit derjenigen der Rekombination von DNA vernetzt wurde. Diese neue Klasse biomedizinischer Objekte – die zellulären Onkogene –, führte zu einer neuen, gleichzeitig metaphorischen und praktischen Konjunktur zwischen biologischer Grundlagenforschung und präklinischer Diagnostik. Die Verklammerung verschiedener Techniken ging einher mit der Reorganisation lokaler Laborkulturen. Gaudillière betont mit Nachdruck, daß dergleichen komplexe Experimentalsysteme sich nicht quasi von selbst entwickeln, sondern einer Artikulation von Entscheidungsprozessen zu verdanken sind, die man als lokales und kollektives Management von *Ungewißheit* bezeichnen kann. Die dabei befolgte Strategie kann mit dem Ausmessen einer Experimentallandschaft verglichen werden, was Gaudillière im Anschluß an Susan Leigh Star als Triangulation bezeichnet. Das Ausscheiden traditioneller und das Einführen neuer Techniken führt dabei zu so etwas wie kritischen Punkten im Forschungsverlauf; die Wahl zwischen Alternativen an solchen Scheidewegen wird durch einen Komplex von technischen, forschungsprogrammatischen, lokalen, sozialen, kulturellen und politischen Faktoren bestimmt, die historisch für jeden Einzelfall gesondert zu untersuchen sind.

Klaus Amann schließlich macht seine soziologische Analyse molekularbiologischer Laboratorien am Begriff des experimentellen Modellsystems fest. Als Beobachter molekularbiologischer Wissensproduktion, so Amann, werde man penetrant und unausweichlich mit einer Art von Materialität des Forschungsprozesses konfrontiert, welche die gängigen erkenntnistheoretischen, soziologischen und historiographischen Unterscheidungen (Personen, Ideen, Disziplinen, Institutionen) verwische. Wenn man die Erkenntnispraxis des Molekularbiologen vom Begriff des experimentellen Modellsystems als flexibler Einheit der Wissensproduktion her fasse, so werde der *prima facie* einleuchtende Unterschied zwischen Lebewesen als – natürlichen – Gegenständen der Analyse einerseits und technischen Artefakten wie Apparaturen und Maschinen andererseits obsolet. Biologische Objekte werden in solchen Systemen selbst zu Technofakten transformiert, deren Eigenschaften eher auf die Bedingungen des Systems zu beziehen sind als auf eine durch diese Bedingungen gerade ausgeschaltete *natürliche Natur.* Am Beispiel der Maus erläutert Amann seine Thesen. Die lebensweltliche Hausmaus und die genetisch reingezüchtete Labormaus stellen im Grunde inkompatible Objekte dar – hier alltägliche Organismen, dort epistemische Dinge –, die ebenso inkompatible epistemische Räume bevölkern. Das Labor ist für Amann ein autonomer Ort, der sich unerreichbar weit von der Lebenswelt entfernt hat.

Rudolf Stichweh konzentriert sich in seinem Kommentar auf eine Analyse der zentralen Begriffe Objekt, Differenz und Konjunktur und stellt sie in ein system-

theoretisches Beziehungsgeflecht. Das Bemerkenswerte an Experimentalsystemen sieht er in einer Aufhebung der klassischen ontischen Differenz von Erkenntnis und Gegenstand, indem beide auf der Ebene von Techniken ineinander übergehen. Wenn solche Techniken die Dynamik von Experimentalsystemen jedoch erst ermöglichen, drängen sich für Stichweh zwei Fragen auf: zum einen müsse geklärt werden, wann bestimmte Experimentalsysteme historisch entstanden sind und in welchem disziplinären Kontext sie stehen; zum anderen stellt sich, im Anschluß an eine System-Umwelt-Differenzierung, die Frage nach den Umweltbeziehungen von Experimentalsystemen. Mit diesen Fragen ist das Problem eines Anschlusses an andere wissenschaftstheoretische, -soziologische und -historische Konzepte benannt. Obwohl Stichweh konzediert, daß anhand von Begriffen wie Differenz und Konjunktur eine solche Beziehung hergestellt werden kann, hebt er doch auch mit Nachdruck heraus, daß sie unterbestimmt bleibt, solange nicht ein Modell der Makroumwelt als eines gleichsam übergeordneten Wissenschaftsraumes entworfen wird, der von Werten, Problemhorizonten, Konzepten, Theorien und Hypothesen bevölkert ist, deren sich eine Theorie der Experimentalsysteme nicht entledigen kann.

Auch für Michael Wetzels Kommentar bilden die Technizität und die Materialität der Maschinen in den Naturwissenschaften seit dem 19. Jahrhundert den Ausgangspunkt. Doch gegen den positivistisch verstandenen Triumph des Wirklichen, in dem der *pencil of nature* sich selbst in die Erkenntnisfolien der Wissenschaftler einschreibt, argumentiert Wetzel im Anschluß an McLuhan, daß die Medien selbst die Geschichten schreiben. Das beginnt mit den mikroskopischen Exerzitien des 19. Jahrhunderts und führt hin zu den Visualisierungsapparaturen in der gegenwärtigen medizinischen Alltagspraxis, die als autonome transzendentale Bedingung für die Möglichkeit von Erkenntnis fungieren, welche keine externen Referenten im eigentlichen Sinne mehr kennen, sondern ihre Existenz dadurch garantieren, daß sie stets neue medientechnische Zusammenhänge eröffnen. Nimmt man den „medialen Komplex" in seiner ganzen Wirkungsbreite ernst, reicht es nach Wetzel nicht aus, sich auf die sukzessive Auflösungs- und Repräsentationsfähigkeit der Apparate zu beschränken. Denn Repräsentation von epistemischen Dingen bedeutet Spurensicherung von Dagewesenem im Sinne seiner Absenz: Es werden faktisch Daten aufgezeichnet, die sich in ihrer medialen Vermittlung als virtuell konstituiert erweisen. Was sichtbar wird, ist niemals in unmittelbarer Evidenz gegeben, sondern ist immer hergestelltes Zeichen. Um überhaupt zu einer Konstruktion von Wirklichkeit zu gelangen, müssen sich gemeinsam mit den Apparaturen und Materialien die Codes der Interpretation zu einer Trias formieren. An diesem Punkt von *wirklicher* Erkenntnismöglichkeit geht der entgrenzte Selbstbezug des „medialen Dispositivs" in einen totalitären Erkenntnis- und Leistungsanspruch über. Wenn alles sichtbar

gemacht werden soll, wie es *wirklich* ist, ist irgendwann der Zustand von Ununterscheidbarkeit erreicht. Wetzel versucht somit, das Konzept von Experimentalsystemen und deren Funktionsmechanismen medienanalytisch umzuschreiben. Damit fällt auch die Produktion von Differenzen und Konjunkturen unter den Systemzwang genau jener Ressourcen, die diese Innovationen überhaupt erst ermöglichen.

Aus ihrer gewissermaßen transterritorialen Stellung heraus weisen beide Kommentatoren auf Desiderate in der Bestimmung von Experimentalsystemen hin, die auch in den unterschiedlichen Zugängen der einzelnen Fallstudien sichtbar werden. Daß die historische und theoretische Charakterisierung von Experimentalsystemen einer Kontextualisierung bedarf, damit ihre Rolle im Prozeß der Wissenschaft als einem übergeordneten System verortbar wird, ist Stichwehs Resümee und wird auch in van Heterens Beitrag eingefordert. Beide haben jedoch ganz unterschiedliche Vorstellungen darüber, wie diese Einbettung zu realisieren sei. Während van Heterens Kontextualisierung sich auf eine sozialkonstruktivistische Wissenschaftsgeschichte und eine Anmahnung von Akteuren, Interessen, lokalen Voraussetzungen, Entscheidungen und Strategien bezieht, worin sie sich mit van Bakel, de Chadarevian und Gaudillière trifft, plädiert Stichweh letztlich für die Eröffnung einer evolutionären Mikro- und ökologischen Makroperspektive, die er in der Verfaßtheit von Experimentalsystemen und ihrer epistemischen Dynamik angelegt sieht.

Wetzel seinerseits macht ein Defizit an Reflexivität und Methodenbewußtsein sichtbar, das dem immer noch über weite Strecken positivistischen Diskurs wissenschaftshistorischer Fallstudien trotz oder gerade in ihren Kontextualisierungsbemühungen anhaftet. Dieses Defizit zu beheben scheint eine Voraussetzung dafür zu sein, die für die Wissenschaftshistoriographie dringend notwendige Auseinandersetzung mit Medien-, Kunst- und Literaturgeschichte sowie der Geschichtstheorie und Kulturanthropologie herbeizuführen. Das setzt allerdings voraus, daß semiologische, medientheoretische, narrative und ethnologische Analyse-Instrumente auf seiten der Wissenschaftsgeschichte ernst bzw. überhaupt erst einmal zur Kenntnis genommen werden. Solche disziplinenübergreifende Sensibilisierung dürfte einen wichtigen Anstoß für die zukünftige wissenschaftshistorische Forschung bedeuten, denn dadurch gerät sie auf fruchtbare Weise *zwischen* die traditionellen historiographischen Verfahren (Institutionengeschichte, Disziplinengeschichte, Sozialgeschichte, Ideengeschichte, Begriffsgeschichte, Biographie). Das sollte es ermöglichen, verfestigte Dichotomien (soziale vs. wissenschaftsimmanente Entwicklungsfaktoren, Grundlagenforschung vs. technische Anwendung, biographische vs. historische Rekonstruktion usw.) unter neuen Gesichtspunkten in Fluß zu bringen oder auch überflüssig zu machen.

Sämtliche Beiträge und die beiden Kommentare weisen in zwei Richtungen, in denen die weitere Analyse von Experimentalsystemen erfolgen könnte. Die einen legen das Schwergewicht auf soziale Repräsentationsräume, die durch technologische Möglichkeiten, Apparate, Interessen, Disziplinen, ökonomische Konstellationen oder politische Allianzen gestaltet sind. Die anderen setzen eher auf epistemisch konfigurierte Repräsentationsräume, die durch Textualität, Codierung, Bricolage und Spurensicherung ausgezeichnet sind. Beide Richtungen treffen sich darin, daß sie die eigenartige Materialität wissenschaftlicher Dynamik thematisieren.

Objekte, Differenzen und Konjunkturen sollten in der exemplarischen Untersuchung von Experimentalsystemen und Forschungsprozessen näher beleuchtet werden. Dabei handelt es sich gleichsam um Stichworte für die Eigenart epistemischer Dinge, ihr prekäres Dasein zwischen Repetition und Differenz, ihre synchronen Verknüpfungen und diachronen Ketten. Die hier versammelten Beiträge stellen selbst ein wissenschaftshistorisches Ensemble dar, quasi einen kleinen historiographischen Experimentalraum, der im günstigsten Falle seinerseits Objekte, Differenzen und Konjunkturen sichtbar macht, die Anlaß zu weiterer Arbeit geben.

Die Wissenschaftsgeschichte befindet sich in methodischer Hinsicht in einem Zustand produktiver Verunsicherung. Es ist nicht von der Hand zu weisen, daß diese Verunsicherung weniger als Defizit denn im Zusammenhang mit einem weit umfassenderen Wandel im Historizitäts-Regime der Moderne zu sehen ist, dessen Verursacher und Zeugen wir sind. Globalisierung auf der einen, Kontingenz, Nachträglichkeit und Fragmentierung auf der anderen Seite sind seine Elemente, 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 heraus. Einer dieser Problemkomplexe kreist um das Konzept der *Repräsentationsräume in den Wissenschaften.* Ihm wird ein weiterer, das Projekt *Experimentalsysteme* vorerst abschließender Band vorbehalten sein, der für 1995 in Vorbereitung ist. Der erste Band dieser Reihe, *Die Experimentalisierung des Lebens,* ist 1993 erschienen.

Bei den hier vorliegenden Studien handelt es sich um die überarbeiteten Fassungen von Vorträgen, die im November 1992 beim zweiten Lübecker Symposium über „Experimentalsysteme in den biologisch-medizinischen Wissenschaften“ gehalten wurden. Dieses Symposium wurde ermöglicht durch die großzügige Förderung der Deutschen Forschungsgemeinschaft, der wir hiermit unseren Dank aussprechen möchten. Dietrich von Engelhardt, dem Direktor des Lübek-

ker Instituts für Medizin- und Wissenschaftsgeschichte, danken wir für seine generöse Unterstützung, Katrin Hoffmann und Evi Österreich für ihre Hilfe bei der Organisation und Durchführung des Symposiums, den Autoren und dem Akademie Verlag für ihre Kooperationsbereitschaft und zügige Redaktion der Manuskripte, sowie dem Ministerium für Wissenschaft und Bildung der Schleswig-Holsteinschen Landesregierung, der Possehl-Stiftung (Lübeck), der Gottfried Roder-Stiftung (Lübeck) und der Karl-Mayer-Stiftung (Triesen) für die Gewährung von Druckkostenbeihilfen.

Literatur

Bachelard, Gaston (1988): Der neue wissenschaftliche Geist, Frankfurt a. M.

Clarke, Adele E./Fujimura, Joan H. (eds.) (1992): The Right Tools for the Job: At Work in Twentieth-century Life Sciences, Princeton.

Collins, Harry/Pinch, Trevor (1993): The Golem: What Everyone Should Know About Science, Cambridge.

Kevles, Daniel J./Hood, Leroy (Hrsg.) (1993): Der Supercode. Die genetische Karte des Menschen, München.

Kohler, Robert (1991): Systems of Production: Drosophila, Neurospora, and Biochemical Genetics. Historical Studies in Physical and Biological Sciences 22, 87–130.

Lederman, Muriel/Burian, Richard M. (eds.) (1993): The Right Organism for the Job. Journal of the History of Biology 26, 233–367.

Rheinberger, Hans-Jörg (1992): Experiment – Differenz – Schrift. Zur Geschichte epistemischer Dinge, Marburg.

Rheinberger, Hans-Jörg/Michael Hagner (1993): Experimentalsysteme, in: dies. (Hrsg.), Die Experimentalisierung des Lebens. Experimentalsysteme in den biologischen Wissenschaften 1850/1950, Berlin, 7–27.