

# Strukturwandel der Wissenschaft

## Positionen zum Epochenbruch

Herausgegeben von  
Alfred Nordmann, Hans Radder  
und Gregor Schiemann

260 Seiten · Broschiert · € 24,95  
ISBN 978-3-942393-70-6

© Velbrück Wissenschaft 2014

**VELBRÜCK  
WISSENSCHAFT**

# Alfred Nordmann, Hans Radder und Gregor Schiemann Wissenschaft nach dem Ende der Wissenschaft?

Eine Einleitung in die These vom Epochenbruch

In der Februarausgabe 2008 von *Nature Nanotechnology* hat der Physiker Philip Moriarty einen Beitrag veröffentlicht, in dem er die akademische Wissenschaft von der postakademischen Wissenschaft zurückfordert. Obwohl vielen seiner Leser die Ausdrücke »akademische« und »postakademische« Wissenschaft nicht sehr vertraut sind, macht Moriarty deutlich, dass sehr viel auf dem Spiel steht. Er erörtert nicht mehr und nicht weniger als die Frage, ob es heute noch möglich ist, für eine Vorstellung von Wissenschaft einzutreten, die vor allem intellektuelle Eigenschaften wie Neugier, Kreativität und Wissen in Ehren hält, und die dies in der Absicht tut, so das öffentliche Wohl zu fördern, nicht das irgendeines Unternehmens. Was bei der Rückforderung dieser Vorstellung auf dem Spiel steht, ist das, was man einen »Epochenbruch« nennen könnte – die Vorstellung, dass die Beziehung zwischen Wissenschaft, Technik und Gesellschaft einen so tiefgreifenden Wandel erfahren hat, dass unsere überkommenen Begriffe von »Wissenschaft« von etwas anderem abgelöst worden sind.

Es ist vielsagend, dass Moriartys Einmischung ausgerechnet in einer Zeitschrift für Nanotechnologie erschienen ist, denn diese ist ja für manchen (etwa für Thomas Vogt, Davis Baird und Chris Robertson [2007]) das Paradebeispiel für ein neues technowissenschaftliches Zeitalter. Im Fall der Nanotechnologie sei es, so Vogt, Baird und Robinson, dermaßen irreführend von »reiner Wissenschaft« zu reden, dass es geradezu moralisch korrumpierend wäre, etwas anderes vorzuspiegeln. Nur wer offen den technischen, kommerziellen und gesellschaftlichen Charakter der nanotechnologischen Forschung anerkenne, könne ihr Potenzial zum Nutzen der Menschheit erkennen. Moriarty (2008, S. 61) entgegnet darauf: »Moralisch korrumpierend ist nicht die von Akademikern getroffene Unterscheidung zwischen ›reiner‹ und ›angewandter‹ Wissenschaft, sondern die Konzentration auf eine marktorientierte Wertschöpfung innerhalb einer mit öffentlichen Geldern geförderten akademischen Forschung.« Richard Jones (2008, S. 448), ein anderer Physiker, bemerkt zu diesem Schlagabtausch, dass »Wissenschaftlern, denen die traditionellen Werte der Wissenschaft als Quelle uneigennütigen und objektiven Wissens am Herzen liegen«, Argumente zugunsten

einer postakademischen Technowissenschaft »als Angriff der Barbaren auf die Tore der Wissenschaft« gelten.

Debatten wie diese bilden den Ausgangspunkt dieses Bandes. Es ist eine Debatte über Tatsachen und Werte. Hat ein Epochenbruch stattgefunden oder nicht? Was ist aus der Wissenschaft, wie wir sie kannten, geworden? Und was bedeutet das alles für die Wissenschaft und die Gesellschaft, für unsere Geistestradiationen und das öffentliche Wohl? Zunächst führen wir in das Problem und die Bandbreite der in dem Disput eingenommenen Positionen ein. Im zweiten Abschnitt fassen wir dann die Beiträge des vorliegenden Bandes zusammen.

## 1. Einführung in die These vom Epochenbruch

Nahezu jedes Jahr ist für die Wissenschaft ein Gedenkjahr: 2009 war auch so eines. Keplers ersten beiden Gesetze der Planetenbewegung feierten ebenso wie Galileos erster Gebrauch eines Fernrohrs zu astronomischen Beobachtungszwecken ihren 400. Jahrestag. Noch in den Schatten gestellt wurde dies in jenem Jahr durch die Feiern zu Charles Darwins 200. Geburtstag und zum 150. Jahrestag des Erscheinens seines Buches *Über die Entstehung der Arten*. Jeder erkennt die darin liegenden wissenschaftlichen Leistungen an – die Beförderung des Wissens zu einem besseren Verständnis der Welt, den Konflikt von Wissenschaft und Religion und eine Untersuchungsweise, die kritisches Denken über alles andere stellt. Doch während wir diese Jahrestage feiern und ein bestimmtes Bild der Wissenschaft aufwerten, erwarten wir von der gegenwärtigen Forschung in erster Linie nicht die Entdeckung von Wahrheit, sondern die Lösung für dringende Probleme – neue Wege, um Energie zu erzeugen und zu speichern, Therapien für Krebs und Alzheimer, innovative Ideen für eine nachhaltige ökonomische Entwicklung. Die Evolutionsbiologie, die Neurowissenschaften und die theoretische Physik erwecken noch immer unser Interesse und unsere Neugierde, aber die heute angesehenste Forschung firmiert unter der Rubrik Nanotechnologie, Gentechnik, biomedizinische Forschung oder synthetische Biologie. Wenn wir Kepler, Galileo und Darwin als große Wissenschaftler feiern, gelten sie uns dann als Repräsentanten der Wissenschaft, wie wir sie heute schätzen?

Diese scheinbar so einfache Frage zu beantworten, stellt sich als eine schwierige und kontroverse Angelegenheit heraus, und wie Moriarty gezeigt hat, steht eine Menge auf dem Spiel. Selbstverständlich fällt es leicht, die Symptome für die veränderten Bedingungen zu beschreiben, unter denen wissenschaftliche Forschung heute stattfindet: Universitäten als Inhaber von Patenten, Computer als machtvolle neue Werkzeuge, von Unternehmen gesponserte Forschung usw. Dieser Sammel-

band versucht jedoch, über eine bloße Beschreibung hinauszugehen. Er erörtert auch die Bedeutung dieser Veränderungen, denn auf dem Spiel steht nicht weniger als eine ehrwürdige soziale Einrichtung, die beansprucht, eine unabhängige Stimme der Vernunft beizusteuern, damit die Gesellschaft kritisch über sich nachdenken kann. Diese Einrichtung preiszugeben, liefe darauf hinaus, das Band zwischen Wissenschaft und Aufklärung zu durchschneiden. Einige behaupten, genau dies sei in den letzten Jahren geschehen. Sie meinen, es habe ein Epochenbruch stattgefunden, der eine tiefgehende Neuorientierung der Forschungspraxis mit sich gebracht hat. Andere glauben, alle Befürchtungen seien grundlos und die heutige Situation unterscheide sich nicht von der früheren. Wieder andere erklären, dieses Band habe nie wirklich bestanden, und die allzu hochtrabenden Ansichten über die Wissenschaft oder die Aufklärung seien immer schon bloße Ideologie gewesen.

Soviel ist jedenfalls gewiss und wird von niemandem bestritten: Die Wissenschaft war zu keiner Zeit interesselos und ist immer im Kontext der Anwendung betrieben worden. Mindestens seit Francis Bacon (1561-1626) haben Gesellschaften von der Wissenschaft erwartet, dass sie Antworten auf ihre Probleme liefert, wirtschaftliche Stimuli bietet und allgemein zu nützlichen Anwendungen anregt. Vermutlich haben Forscher diese Erwartungen erst irgendwann im 19. Jahrhundert erfüllt. Auf den Punkt gebracht wurden sie vom Motto der Weltausstellung in Chicago 1933: »Die Wissenschaft entdeckt, die Industrie wendet an, der Mensch passt sich an.« Dieser Wahlspruch nimmt einen gradlinigen Fortschritt von der wissenschaftlichen Forschung zu ihrer technischen Anwendung und den gesellschaftlichen Auswirkungen an. Nach dieser Darstellung gelangt Wissenschaft erst dann in den Bereich der Anwendung, wenn sie schon sehr weit fortgeschritten ist. Erst jüngst hat sich ein Bewusstsein dafür entwickelt, dass die Wechselwirkungen zwischen Wissenschaft und Technik weitaus vielschichtiger sind. Wir betrachten zum Beispiel die Welt um uns herum immer häufiger als ein Produkt von Wissenschaft und Technik und sehen, dass die Wissenschaft ihre Fragestellungen nicht allein der Natur entnimmt. Stattdessen ergeben sich viele wissenschaftliche Probleme erst daraus, dass wir auf den technischen Gebrauch der Wissenschaft selbst setzen. Diese Probleme – ob Klimaerwärmung, die Toxikologie von Nanoteilchen oder die Nutzung erneuerbarer Energien – ergeben sich aus komplexen Wechselwirkungen zwischen sozialen, technischen und »natürlichen« Faktoren. Wissenschaft – insofern sie angewandte Wissenschaft ist – steht vor der Herausforderung, ein Verständnis der Komplexität zu gewinnen und sie zu beherrschen. Sie kann nicht Zuflucht zu einer Vorstellung von »reiner Wissenschaft« nehmen oder sich in einen Elfenbeinturm zurückziehen.

Das deutet darauf hin, dass Wissenschaft und Technik im Bereich der Anwendung auf verschiedene Weisen wechselwirken. Von den hier aufgeführten drei Weisen rekapitulieren die ersten beiden uns vertraute Ansichten der Beziehung, während die dritte wohl eine eher beunruhigende Gegenwartssituation reflektiert.

- Wissenschaftliche Forschung schafft neue technische Möglichkeiten, die dann vom Ingenieurwesen weiterentwickelt werden. Ein Paradebeispiel dafür sind die experimentellen und theoretischen Untersuchungen der Elektrodynamik von Heinrich Hertz, die den Maxwell'schen Gleichungen eine physikalische Bedeutung gaben. Ein paar Jahre später entwickelte Guglielmo Marconi im Ausgang von Hertz' Entdeckungen die drahtlose Telegraphie und legte damit die Grundlagen für das Radio.
- Technische Neuerungen gehen dem wissenschaftlichen Verständnis voraus und drängen die Forschung dazu, ein umfassendes Wissen über ihre Grundlagen zu gewinnen. Das klassische Beispiel dafür ist die Konstruktion der Dampfmaschine, die sich hauptsächlich dem Ausprobieren verdankte, ohne dass die Beziehung zwischen Arbeit und Wärme schon systematisch verstanden worden wäre. Es war daher die Dampfmaschine und ihr erfolgreiches Funktionieren, was die Wissenschaftler antrieb, diese Beziehung zu untersuchen und dann auch zu verstehen.
- Punktuelle Forschungstätigkeiten werden in Auftrag gegeben, um die Komplexität soziotechnischer Systeme zu bewältigen, nicht weil man sich ein umfassendes Verständnis erhofft. Nehmen wir zum Beispiel die Erforschung eines bestimmten Salzstocks auf seine Eignung zur langfristigen Lagerstätte für atomare Abfälle. Daran kann eine größere Forschergruppe aus unterschiedlichsten Disziplinen eine Reihe von Jahren beteiligt sein. Was dann als erfolgreiches oder überzeugendes Forschungsergebnis gilt, hängt nicht unbeträchtlich von den Informationserfordernissen der Entscheidungsträger ab.

Die jüngeren Entwicklungen zwingen uns zwar, Wissenschaft und Technik im Kontext der Anwendung in eine größere Perspektive zu stellen, aber diese ist noch nicht groß genug. Es genügt nicht, unser Augenmerk auf die verschiedenen Beziehungen von Wissenschaft und Technik zu lenken. Der Kontext der Anwendung wird nicht allein durch Fragen nach dem Gebrauch, durch Forderungen nach theoretischem Verstehen und öffentlichem Nutzen sowie durch Folgen und Nebenfolgen wissenschaftlicher und technischer Neuerungen bestimmt. Zum Kontext der Anwendung gehören auch Öffentlichkeit und Medienkultur, er wird von einer Vielzahl von Akteuren und Institutionen geprägt, von der bildlichen Darstellung von Daten und der Resonanz, auf die Visionen stoßen.

Die praktische Relevanz der Wissenschaft, ihr großer technischer Ehrgeiz, ihr öffentliches Ansehen und der erhebliche Anwendungsdruck, unter dem sie heute steht, haben eine Flut von Analysen hervorgebracht. Ein kurzer Überblick wird zeigen, dass sie sich in der Behauptung einig sind, die Wissenschaft sei in den letzten Jahrzehnten einem tiefgreifenden methodischen und institutionellen Wandel unterzogen worden, vielleicht sogar einem Epochenbruch (vgl. hierzu Weingart, Carrier, Krohn 2007). Begleitet wurde die Flut von Analysen von einer etwas verwirrenden Vielzahl von Etiketten, um den Unterschied zur traditionellen akademischen oder theoretischen Wissenschaft zu bezeichnen. Unsere knappe Übersicht wird einige dieser zur Kennzeichnung des Wandels dienenden Schlagwörter verwenden, obgleich man im Kopf behalten sollte, dass die folgenden Beiträge sich nicht so sehr mit den einzelnen Schlagwörtern und Etiketten beschäftigen, sondern die Motive oder Gründe untersuchen, die manch einen erst dazu veranlassen könnten, überhaupt einen tiefen Wandel der Wissenschaft zu diagnostizieren.

Die meisten der fraglichen Etiketten und Diagnosen gründen in Beobachtungen jener sozialen und politischen Bedingungen, die auf die Wissenschaftspolitik und Forschungsförderung Einfluss haben. In den 1990er Jahren propagierte Henry Etkowitz (2003; Etkowitz/Leydesdorff 1998) die Vorstellung eines *Dreierstrangs unternehmerischer Wissenschaft* (*triple helix of entrepreneurial science*), um zu betonen, wie Universität, Industrie und Staat in der Verfolgung von Forschungsprogrammen miteinander verflochten sind. Mit seiner Erörterung über die *postakademische Wissenschaft* und die sie leitenden Normen ergänzte John Ziman (2000) diese Sichtweise. Ziman zufolge ist diese profitorientiert (eher als gemeinwohlorientiert), lokal (eher als universal), autoritätsorientiert (eher als interesselos), fremdbestimmt (eher als originell) und aufs Expertentum fixiert (eher als kritisch). Wo Etkowitz neue Chancen des wissenschaftspolitischen Dreierbündnisses sieht, bemerkt Ziman mit einer beträchtlichen Portion Besorgnis, dass sich das Ethos der akademischen Wissenschaft durch das der industriellen oder unternehmerischen Wissenschaft herausgefordert sieht. Weitere Untersuchungen haben die tiefgehenden Wirkungen belegt, die die Kommerzialisierung auf die Verwaltung und Lehre von Universitäten hat, und diese Phänomene mit dem Aufstieg einer neoliberalen Welt-sicht und Politik in Verbindung gebracht.

Eine eher soziologische und politische Charakterisierung der »neuen Wissensproduktion« ist neben anderen auch von Helga Nowotny, Peter Scott und Michael Gibbons (2004) vorgelegt worden. Sie heben insbesondere hervor, dass Wissenschaft und Gesellschaft einen neuen Gesellschaftsvertrag eingegangen sind. Die traditionelle oder die »Modus-1-Forschung« folgte einer Dynamik intern erzeugter Probleme und

Verfahren. Sie wurde in einem Rahmen betrieben, in dem die Verfolgung wissenschaftlicher Fragen gegen unmittelbare äußere Einmischungen und eine Rechenschaftspflicht abgeschottet und geschützt war. Veranschaulicht wurde diese Abgeschlossenheit durch große Forschungslaboratorien, hinter deren dicken Mauern Experimente durchgeführt worden sind. Selbstverständlich gibt es diese Art Forschung auch heute noch, doch sie wird allmählich abgelöst von der »Modus-2-Forschung«, die sich offener verhält und bestimmt ist durch eine fachübergreifende Ausrichtung auf soziale, industrielle und medizinische Probleme oder solche der Umwelt. Die Tatsache, dass die Grenze zwischen Wissenschaft und Gesellschaft zunehmend durchlässiger geworden ist, wird als Grund zum Feiern gesehen, denn sie weist auf neue Chancen hin, Wissenschaft und Technik sozial zu gestalten.

In einem ganz anderen Zusammenhang entstand der Ausdruck »Technowissenschaft«, der von Gilbert Hottois und Bruno Latour (1987 und 1993) sowie Donna Haraway (1997) popularisiert worden ist. Diese stärker philosophisch ausgerichteten Wissenschaftsforscher verwendeten den Ausdruck nicht, um zu behaupten, die heutige Technowissenschaft unterscheide sich radikal von der vorherigen Wissenschaft. Geändert habe sich vielmehr unser Blick auf die Wissenschaft. Lange Zeit war man bemüht, Wissenschaft als Suche nach Wissen von der Technik als Mittel der Weltgestaltung zu trennen. Diese Trennung spiegelt die Bemühung wider, Natur als eine vorgegebene, bewusstseinsunabhängige Realität von Kultur als einem Produkt menschlichen Handelns zu trennen. Solche Versuche, darin stimmen Latour und Haraway überein, sind vergeblich, und unter dem Titel der Technowissenschaft könnten wir dies nun einräumen. In dem Ausdruck verschmelzen zwei Wörter miteinander, um zu bezeichnen, dass wir allenthalben auf Mischformen stoßen. In der Technowissenschaft bedienen sich unterschiedliche Akteure begrifflicher und materieller Mittel, um etwas Neuartiges zu schaffen, darunter technische Artefakte. Diese Perspektive auf Wissenschaft und Technik decke sich, so Paul Forman (2007) mit der Postmoderne. In der Moderne galt Technik als angewandte Wissenschaft, in der Postmoderne hingegen werde die Wissenschaft als eine Art angewandter Technik betrachtet – ob sie die Phänomene intellektuell und materiell beherrscht, hängt von der Technik und einer technischen Denkweise ab. Wiederum bewerten diese unterschiedlichen Denker die Technowissenschaft recht verschieden. Latour und Haraway betonen vor allem, dass dieses neue Verständnis neue Weisen zu handeln und zu interagieren ermöglicht, während Forman beklagt, dass die Wissenschaft nur noch der Verwirklichung gewünschter Zwecke mit allen dafür nötigen Mitteln diene.

Forman führt keine bestimmten Bezeichnungen für die verschiedenen Weisen ein, die Beziehung zwischen Wissenschaft und Technik zu begrei-

fen. Zwar schreibt er die gegenwärtige Denkweise der Postmoderne zu, aber er spricht nicht von »postmoderner Wissenschaft«. Dieses Schlagwort ist von anderen gebraucht worden, ohne dass es sich bis jetzt durchgesetzt hätte. Für einige, wie Stephen Toulmin (1992), bezeichnet postmoderne Wissenschaft eher ein Programm als eine Realität. Sie ist eine Art uneinheitlicher Wissenschaft, die eine Vielzahl von Standpunkten anerkennt und lokale Bedingungen respektiert. Jan C. Schmidt (2007) spricht von *nachmoderner Physik* zur Charakterisierung einer Forschung, die sich auf Komplexitäts- und Selbstorganisationstheorien stützt, statt isolierbaren Ursache-Wirkungs-Beziehungen den Vorzug zu geben. Die Identifizierung, Charakterisierung, Simulation und »Domes-tizierung« bestimmter hochkomplexer Phänomene ähnelt einer »neuen Naturgeschichte«, wie Arie Rip (2002) aufgezeigt hat.

Etwa in diesem Sinne hat der Ausdruck »postnormale Wissenschaft« eine gewisse Bekanntheit erlangt. Verbunden ist er vor allem mit Silvio Funtowicz und Jerome Ravetz (1993 und 2001). Postnormale Wissenschaft beschäftigt sich mit wissenschaftlichen Untersuchungen in brisanten Situationen, in denen das Fachwissen der normalen Wissenschaft in verschiedene Richtungen erweitert werden muss, um der Komplexität der realen Welt und den mit ihr verbundenen unhintergehbaren Ungewissheiten gerecht zu werden. Die Erzeugung neuer Formen von Unwissenheit im Laufe der wissenschaftlichen und technischen Entwicklung lässt, so meinen Ulrich Beck, Anthony Giddens und Scott Lash (1996) eine »zweite Moderne« oder eine »reflexive Modernisierung« entstehen. Diese Form der Modernisierung fordert neuartige Regierungsformen, aber auch die Erzeugung von wissenschaftlichem Wissen, das den häufig unbeabsichtigten und unvorhersehbaren Wirkungen der Modernisierung gerecht wird. Insbesondere verlangt sie ein systematisches Nachdenken über die Grenzen und Risiken der Verwissenschaftlichung selbst.

Diese Schlagwörter sind keineswegs die einzigen Weisen, auf die verschiedene Autoren versuchen, das auszudrücken, was sie als die Eigentümlichkeit eines Großteils der gegenwärtigen Forschung betrachten. Bereits in den 1970er Jahren sprachen Gernot Böhme, Wolfgang Krohn, Wolfgang von den Daele (1973) und Wolf Schäfer (1983) von der »finalisierten Wissenschaft«. Wenn die interne Theorieentwicklung abgeschlossen ist, muss die Forschung sich ausdrücklich an spezifischen sozialen oder technischen Zwecken orientieren, die es zu erreichen gilt. In sehr viel jüngerer Zeit hat Peter Galison (2006) von einer »ingenieursmäßigen Lebensweise in der Wissenschaft« zu sprechen begonnen, die bestimmt ist durch »ontologische Indifferenz« (vgl. Daston und Galison 2007, 407 ff.), während Ann Johnson (2009) den Begriff »Forschung im Gestaltungsmodus« verwendet. Diese Ausdrücke halten die Tatsache fest, dass viele der gegenwärtigen Forschungstätigkeiten eher



darauf aus sind, zu konstruieren und zu machen als zu wissen. Medientheoretiker, Bildwissenschaftler und Modellierungsphilosophen fragen sich jeweils aus der Perspektive ihres Faches, ob sich die Darstellungspraktiken der Wissenschaften nicht wesentlich verändert haben. Und die Liste ließe sich noch fortsetzen.

Einige dieser Ausdrücke – insbesondere »Technowissenschaft« und »Forschung im Modus-2« – werden immer wieder in diesem Band auftauchen und möglicherweise fehlt es ihnen in den Augen des aufmerksamen Lesers an einer klaren Definition. Tatsächlich präsentieren sie eher lockere Beschreibungen eines Phänomens, das noch nicht vollständig verstanden worden ist. Aus diesem Grund versuchen die Beiträge in diesem Band zu klären, welche Beweggründe hinter den verschiedenen Beschreibungen stecken: Welche Bedeutung kommt den behaupteten Veränderungen zu? Was ist daran neu, falls überhaupt etwas neu ist? Sollten wir das Neue begrüßen oder darüber beunruhigt sein?

Es gibt noch einen weiteren Grund, warum sich die Beiträge nicht in das Dickicht der Etiketten begeben, sie eines nach dem anderen beurteilen, miteinander vergleichen und sie einander gegenüberstellen. Statt sich in sie zu verstricken, ist es wichtig, die kritische Distanz zurückzugewinnen, um so die Frage aufwerfen zu können, worum es in diesen verschiedenen Beschreibungen und Neubeschreibungen der Forschungspraxis eigentlich geht. Nur unter Beibehaltung dieser Distanz werden aus den verschiedenen Darstellungen der Eigentümlichkeit oder Neuheit zeitgenössischer Forschung am Ende keine sich selbst erfüllenden Prophezeiungen. Ein derartiges Muster ist tatsächlich zu beobachten, wenn beispielsweise die Diagnose, Forschung finde im »Dreierstrang« oder »im Modus-2« statt, von Wissenschaftsbeobachtern, Prognostikern und politischen Entscheidungsträgern aufgegriffen und in Gestalt von fachübergreifenden Förderungsfonds, die einen effektiveren Technologietransfer gewährleisten sollen, institutionalisiert wird. Schon bald werden sich dann auch die Philosophen, Historiker und Soziologen in den Kontext der Anwendung eingebunden sehen – sich mit Begleitforschung und »ELSA-Studien« beschäftigen oder damit, die verantwortliche Entwicklung von Schlüsseltechnologien zu fördern. Vor diesem Hintergrund versucht der vorliegende Band, einen kritischen Blick auf die gegenwärtigen Entwicklungen zu wahren.

Schließlich ist auch die Definition des Ausdrucks »Epochenbruch« problematisch. Ob man am Ende einen solchen Bruch verkündet, hängt davon ab, was man unter einem Epochenbruch versteht. Nehmen wir als Modell dafür den Epochenbruch zwischen dem »finsternen« Mittelalter und der vom Licht der Vernunft erfüllten Renaissance? Nach diesem Modell wäre die Beweislast ziemlich hoch, diesbezüglich ließe sich jedoch argumentieren, wir gingen von einer Epoche der Entzauberung, Rationalisierung und Intellektualisierung zu einem Zeitalter über,

in dem die von uns geschaffene technowissenschaftliche Welt zu einem wiederverzauberten, magischen Ort wird. Weniger anspruchsvolle Thesen stoßen auf ihre eigenen Schwierigkeiten. Nehmen wir etwa als Modell eine sogenannte Kuhn'sche wissenschaftliche Revolution oder einen Paradigmenwechsel, obwohl Paradigmenwechsel typischerweise innerhalb der Physik, der Chemie oder anderer Disziplinen auftreten, während »Technowissenschaft«, »Modus-2-Forschung« und Ähnliches auf einen Wandel verweisen, der die Forschungskultur insgesamt umfasst. Ein Argument für das Kuhn'sche Modell ergibt sich jedoch aus dem Verweis auf die jüngere Entstehung neuer Disziplinen mit ihren neuen Paradigmen und Problemen, vergleichbar etwa dem Auftauchen der Molekularbiologie vor etlichen Jahrzehnten. Die sogenannten Hacking-Revolutionen liefern ein drittes Modell. Sie bezeichnen eine begriffliche oder technische Neuerung, die unumkehrbar ist. Vergleichbar der »Wahrscheinlichkeitsrevolution« im 18. und 19. Jahrhundert könnte beispielsweise die Einführung von Desktop-Computern und Simulationsmodellen für alle Beteiligten auf immer die Spielregeln dafür geändert haben, wie wir die Welt erklären und verstehen, vorhersagen und beherrschen – gleichgültig, ob einzelne Forscher sich nun dieser Modelle bedienen oder nicht.

Mit diesen drei Modellen sind die vielen Möglichkeiten, über einen Epochenbruch zu reden, noch nicht erschöpft. Wie sahen ja bereits, dass der Übergang von der Moderne zur Postmoderne für Forman (2007) das Modell für einen Epochenbruch bereitstellt, wobei er darunter nicht einen Bruch auf der Praxisebene versteht, sondern auf der Ebene der Ideologie, der Kulturbedeutung oder des Prestiges. Medientheoretiker verweisen auf den epochalen Übergang vom analogen zum digitalen Bild, der die herkömmliche Kausalverbindung zwischen dem Original und seiner Darstellung unterbricht und es ermöglicht, Daten aller Art in einer Unzahl visueller Formen aufzubereiten. Wieder ein anderes Modell ist in erster Linie mit dem Namen Michel Foucault und seinem Begriff der »epistème« und der Verschiebung von Diskursformationen verbunden – das heißt, was sich verändert, sind die Annahmen, die bestimmten Arten von Wissen Macht und Wirksamkeit zusprechen. Im Lichte dieser verschiedenen Bedeutungen von Kernbegriffen wird dieser Band auf die von ihm aufgeworfene Frage keine eindeutige Antwort präsentieren. Wird Wissen auf die uns geläufige Weise produziert oder markieren die sich wandelnden Beziehungen von Wissen und Technik einen Epochenbruch? Das unterschiedliche Herangehen an diese Frage veranschaulicht die Vielzahl der Möglichkeiten, über unsere Zeit und die gegenwärtige Bedeutung der Wissenschaft in der Gesellschaft und für sie nachzudenken.

## 2. Die Debatte über die These vom Epochenbruch

Die Beiträge in diesem Band setzen sich mit der These vom Epochenbruch vor dem Hintergrund verschiedener Disziplinen auseinander, darunter Wissenschaftsphilosophie und -geschichte, sozialwissenschaftliche Untersuchungen über Wissenschaft sowie kultur- und medientheoretische Studien zu Wissenschaft und Technik. Die nachfolgenden Beiträge sind in zwei Gruppen geteilt. Die erste Gruppe versucht, die aufgestellte These von einem Epochenbruch im Ganzen zu beurteilen. Den Anfang bilden mehrere Beiträge, die die Debatte eröffnen, indem sie starke Thesen für oder gegen die Vorstellung vorlegen, dass sich das wissenschaftliche Unterfangen in den letzten Jahrzehnten völlig neu orientiert hat. Die Autoren in der zweiten Gruppe setzen sich unter einem spezifischen Gesichtspunkt mit der These auseinander. Sie stellen bestimmte Konzepte in den Mittelpunkt, greifen spezifische technische Entwicklungen heraus oder betrachten einzelne Praktiken und Anwendungskontexte. Diese spezifischen Konzepte, Technologien und Praxisbereiche dienen als Testfeld für die umfassendere These.

Alfred Nordmann deutet den Epochenbruch als den Übergang vom Projekt Wissenschaft (*scientific enterprise*) zu einem Regime der Technowissenschaft. Für das Projekt Wissenschaft ist es charakteristisch, dass Darstellen und Eingreifen – Natur und Kultur, Wissenschaft und Technik – als deutlich unterschieden aufgefasst werden können. Das kritische Unterscheidungsmerkmal liegt darin, dass eine solche Reinigungs- oder Trennarbeit (der Natur von Kultur usw.) in der Technowissenschaft nicht mehr möglich und auch nicht mehr erforderlich ist. Was das Methodische betrifft, so behauptet Nordmann in seinem Beitrag, diese These lasse sich nicht einfach induktiv auf empirische Weise belegen, vielmehr müsse man einen bestimmten, begründeten Aussichtspunkt einnehmen. Dennoch kann und sollte die These dadurch empirisch dargelegt und untermauert werden, dass im Einzelnen gezeigt wird, wie sich das Auseinanderdividieren oder die Gleichsetzung von Wissenschaft und Technik auf die wissenschaftliche und technowissenschaftliche Praxis auswirkt.

Gregor Schiemann wendet sich dem Gegenstand mithilfe des Begriffs einer wissenschaftlichen Revolution zu und behauptet, wir erlebten gegenwärtig keine wissenschaftliche Revolution. Stattdessen meint er, nach der sogenannten wissenschaftlichen Revolution im 16. und 17. Jahrhundert habe im Laufe des 19. Jahrhunderts eine Zäsur stattgefunden, die eine Abkehr von den frühneuzeitlichen Ursprüngen der Wissenschaft markiert. Kennzeichen dieses Wandels sei der Gewissheitsverlust seitens der Wissenschaftler, die stetig wachsende Bedeutung der Fachgemeinschaften (anstelle von Individuen) sowie die systematische

Verflechtung wissenschaftlicher und gesellschaftlicher Entwicklung. Was die gegenwärtige Wissenschaft betrifft, so räumt Schieman ein, dass sich wichtige Veränderungen ereignet haben, bestreitet jedoch die Verschmelzung von Natur und Kultur: Selbst die Krebsmaus sei ein natürlicher Organismus, wenngleich ein schwer geschädigter.

Danach setzt Martin Carrier einen deutlichen Kontrapunkt zur These vom Epochenbruch. Statt zu behaupten, Wissenschaft interessiere sich *nicht mehr* dafür, die Welt theoretisch zu verstehen, und diene *jetzt* dem Ehrgeiz, die Welt zu gestalten und umzugestalten, sollte man sich vergegenwärtigen, dass die moderne Wissenschaft immer schon diesen Wunsch gehabt hat, aber erst heute imstande ist, ihre Verheißungen zu erfüllen. Die Vorstellung, Wissenschaft sei ein theoretisches Unterfangen, das sich letzten Endes mit der Wahrheit beschäftigt, wurde als Königsweg zu dem übergeordneten Ziel betrachtet, sich als nützlich zu erweisen. Im Laufe seiner Geschichte und auch heute noch sei theoretisches Verstehen die Bedingung zur Förderung technischer Ziele gewesen. In diesem Sinne war und ist die moderne Wissenschaft ein erkenntnistheoretisches Projekt. Während sie dabei ist, ihre Verheißungen einzulösen, findet jedoch ein Wandel auf der ontologischen Ebene statt: Viele oder die meisten der Untersuchungsgegenstände der heutigen Wissenschaften, wie etwa Nanoröhren oder nichtsteroidale Entzündungshemmer, sind nicht Teil einer ungezähmten Natur, sondern von Menschen gemachte Artefakte.

Seine historische Perspektive lässt Cyrus C. M. Mody allen Großtheorien über Epochenbrüche skeptisch gegenüberstehen. Deshalb meint er, die entscheidenden Aspekte der gegenwärtigen Technowissenschaft seien schon in der Atomphysik nach dem Krieg (Alvarez und Atomwaffen), in der physikalischen Chemie des frühen 20. Jahrhunderts (Langmuir und die Glühbirnen), in den elektromagnetischen Untersuchungen der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, ja sogar schon in der Mechanik des 17. Jahrhunderts (Galileo und die Medicis) angelegt gewesen. Mody hebt hervor, dass die Verkündung eines Epochenbruchs häufig gewissen Interessen dient – beispielsweise bezogen auf die Förderpolitik. Er schließt damit, dass die Wissenschaftstheorie das Reden über Epochenbrüche kritisch betrachten und nicht aus dem Auge verlieren sollte, dass kein Aussichtspunkt schlechter als ein anderer sei.

Eine davon unterschiedene, aber nicht weniger kritische Auffassung vertreten Mieke Boon und Tarja Knuuttila. Sie erörtern die angebliche Trennung zwischen Darstellen und Eingreifen, zwischen Grundlagenforschung und angewandter Forschung. Darstellung und Grundlagenforschung sind typisch für Forschung im Modus-1, während Eingriffe und angewandte Wissenschaft für den Modus-2 charakteristisch sind. Da Modelle multifunktionale epistemische Werkzeuge sind, die sich sowohl fürs Darstellen wie fürs Eingreifen eignen und da der Einsatz

von Modellen für die Natur- und insbesondere die Ingenieurwissenschaften schon seit langem eine wesentliche Rolle spielen, falle der Epochenbruch zwischen Forschung im Modus-1 und im Modus-2 in sich zusammen. Wie Carrier so glauben auch Boon und Knuuttila, dass es Forschung im Modus-1 nie gegeben habe. Was sich jedoch verändert hat, sei die politische Rhetorik, die die Rede vom Modus-2 dazu nutzt, um Kommerzialisierung und eine nur kurzfristige Verantwortlichkeit zu rechtfertigen.

Hans Radders Beitrag steht für einen differenzierteren Ansatz. Er betont, dass menschliches Eingreifen in die Natur bereits seit ihren Anfängen in der Renaissance eine wesentliche Dimension der experimentellen Tradition gewesen ist. Zudem zieht er die philosophischen und empirischen Behauptungen über die fehlende- Trennungs- und Reinigungsarbeit in der heutigen Wissenschaft in Zweifel. Das bedeutet für Radder jedoch nicht, dass die jüngere Wissenschaft weitermacht wie gehabt. Er weist vor allem auf die Entstehung wichtiger nichtlokaler Muster hin, zum Beispiel auf die Bedeutung externer Bewertungsmaßstäbe für wissenschaftliche Methoden und Erkenntnisse sowie auf die Kommerzialisierung akademischer Forschung. Die Offenlegung und Erklärung solcher nichtlokalen Muster verlangen nach einer subtilen, reflexiven Methode, die das Postulat einer großen Kluft ausschließt und die unvermeidliche Wertbeladenheit dieses Typs historisch-philosophischer Forschung anerkennt.

Andrew Jamisons Beitrag stellt dar, wie sich der Kontext von Wissenschaft und Technik seit den 1940er Jahren verändert hat. Er unterscheidet eine Phase der fachspezifischen Kleinwissenschaft im Modus-1 (vor dem Zweiten Weltkrieg), eine Phase multidisziplinärer Großwissenschaft im Modus-1½ (von den 40er bis zu den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts) und eine Phase transdisziplinärer Technowissenschaft im Modus-2 (seit den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts). Gegen die Kritik an einer kommerzialisierten Technowissenschaft wendet Jamison ein, wir könnten nicht zu einer Wissenschaft im Modus-1 zurückkehren, da sie keine Bedeutung mehr habe. Stattdessen unternimmt er einen ersten Versuch, Gründe für eine Phase im Modus-3 anzuführen, die eine wünschbare Synthese von traditioneller und kommerzieller Forschungsweise darstellen würde. Hinsichtlich der Idee vom Epochenbruch spricht Jamison lieber zurückhaltend von »Kontextwandel«, während die Vorstellung von einer Phase im Modus-1½ auf einen Übergangsprozess verweist.

Im anschließenden Beitrag räumt Chunglin Kwa ein, dass die heutige Wissenschaft vor allem als Technowissenschaft betrachtet wird. Doch obwohl die Idee der Technowissenschaft ein Primat der Technik gegenüber der Wissenschaft zu beinhalten scheint, bietet er ein alternatives Modell für das Zusammenspiel von Wissenschaft und Technik

an. In Weiterführung von Alistair Cameron Crombies Arbeit zu den sechs Stilen wissenschaftlichen Denkens, schlägt Kwa vor, den Gestaltungsentwurf oder das Design, im wörtlichen Sinne von *disegno* oder Zeichnung, als den entscheidenden technischen Stil zu betrachten. In der Praxis der Technowissenschaft könnte dieser technische Stil mit anderen wissenschaftlichen Stilen verschiedenste Bündnisse eingehen. Veranschaulicht wird dieser Ansatz dadurch, dass er untersucht, wie der Stil des Entwurfs oder Designs von Flugzeugen in ein Zusammenspiel mit anderen Wissenschaftsstilen tritt. Die Vorstellung des Zusammenspiels beinhaltet, dass Technik oder eine technowissenschaftliche Unternehmung sich mit Wissenschaft oder einem wissenschaftlichen Projekt so verbindet, dass Wissenschaft nicht einfach verdrängt wird.

Die Beiträge im zweiten Teil des Buches beschäftigen sich mit spezifischen Aspekten der These vom Epochenbruch. Das heißt nicht, dass sie sich mit untergeordneten Details auseinandersetzen, denn sie erörtern wesentliche Muster oder Trends in der Geschichte der jüngeren Wissenschaft. Astrid Schwarz und Wolfgang Krohn machen den Anfang, indem sie vorführen, wie der Begriff »Experiment« sich so durchgreifend gewandelt hat, dass er eine allgemeine Neuausrichtung der Beziehung zwischen Wissenschaft und Gesellschaft einzuleiten oder zu begleiten vermochte. Solange Experimente auf die Laboratorien der klassischen Naturwissenschaft beschränkt waren, war diese Beziehung durch eine klare Trennung der Sphären definiert. Die zunehmende Bedeutung von Feldexperimenten, die nicht mehr im abgeschlossenen Raum eines Laboratoriums stattfinden, sondern ein Umfeld oder einen sozialen Raum in eine Art von Laboratorium verwandeln, sorgte dafür, dass sich ein Verständnis für groß angelegte Realexperimente herausgebildet hat, die als gesellschaftliches Lernfeld dienen.

Valerie Hansons Beitrag konzentriert sich auf die Merkmale des stark gestiegenen Gebrauchs digitaler Bilder in der Wissenschaft. Ein wesentlicher, neuer Aspekt dieser Visualisierungen besteht darin, dass sie es dem Betrachter ermöglichen, mit den Untersuchungsgegenständen zu interagieren. Die Herstellung solcher Bilder – beispielsweise von Molekülen oder molekularen Prozessen in der Chemie – wird so zu einem Forschungs- und Experimentierverfahren. Außerdem bildet diese Technologie neue rhetorische Strategien heraus, um Wissen sowohl unter Wissenschaftlern als auch in der allgemeinen Öffentlichkeit zu verbreiten. Hanson betont jedoch, dass die digitale Bildgebung, obwohl sie einige von der analogen Visualisierung unterschiedene Eigenschaften besitzt, nicht etwas völlig Neues darstellt. Daher lautet ihre Schlussfolgerung, dass die Wirkungen digitaler Medien auf die Wissenschaftspraxis eher eine Frage der Intensivierung sind und keinen radikalen Wandel markieren.

Angela Krewani ergänzt diese Betrachtung, indem sie insbesondere Fotografie und Film als Forschungsinstrumente einbezieht. Damit stellt sie die Auseinandersetzungen über analoge und digitale Bildgebungsverfahren in einen größeren Zusammenhang, der eine theoretische Auseinandersetzung mit der medialen Konstitution visueller Erkenntnis erfordert. Insofern die Sichtbarmachung von Eigenschaften und Ereignissen immer auf technische oder handwerkliche Medien angewiesen und daher konstruiert ist, stellen die digitalen Bildgebungsverfahren so lange keine neue Herausforderung dar, als sie die Wahrnehmung nach konventionellen Vorbildern zu strukturieren suchen. Was sich unter dem Eindruck digitaler Verfahren verändert ist also nicht so sehr die wissenschaftliche Darstellungspraxis selbst als vielmehr unser Verständnis dieser Praxis, die sich offenbar nicht mit klassischen Begriffen wie Referenz oder Repräsentation erfassen lässt, sondern Theorien verlangt, die sie aus ihrem jeweiligen technischen Zusammenhang begreift.

Die jüngeren Entwicklungen in der Robotertechnik und der Interaktion von Mensch und Robotern sind das Thema von Jutta Webers Beitrag. Sie belegt den Wandel, der sich in den späten 80er und 90er Jahren des 20. Jahrhunderts abgespielt hat: Im Mittelpunkt stehen nicht mehr die Industrieroboter, sondern Roboter als persönliche Helfer. Diese, so wird behauptet, seien nicht bloß eine Maschine, sondern künstliche Geschöpfe mit kognitiven, affektiven und kommunikativen Fähigkeiten. Bislang war die kulturelle Bedeutung humanoider Roboter hauptsächlich symbolischer Natur: Sie stehen für glamouröse Wissenschaft, für spielerisches Lernen und zeigen, dass Wissenschaft Spaß machen kann. Auf einer fundamentaleren Ebene stellt die Interaktion von Mensch und Robotern jedoch grundlegende Annahmen über das Menschsein infrage. Bezogen auf das Thema dieses Bandes sind humanoide Roboter als Paradebeispiel von Technowissenschaft zu betrachten. Es geht hier weder um Darstellen, noch um Eingreifen, es geht vielmehr um die Konstruktion und Neukonstruktion von Mischwesen in einer Cyborg-Welt.

James Robert Brown weist darauf hin, dass ein Aspekt der Beziehung von Wissenschaft und Technik bislang nicht genügend Aufmerksamkeit erfahren hat – nämlich dass die Qualität der Wissenschaft unter dem Einfluss technischer und kommerzieller Interessen abnimmt. Anhand von Beispielen führt er vor, dass ein solcher Qualitätsschwund in der Medizinwissenschaft stattgefunden hat und immer noch stattfindet. Zudem ist die positive Auswirkung der pharmazeutischen Forschung sehr viel geringer als oft behauptet wird. Um diese Probleme zu lösen, seien radikale Veränderungen notwendig: nicht nur eine strengere Regulierung und öffentliche Kontrolle klinischer Tests, sondern auch die Abschaffung geistiger Eigentumsrechte und eine hundertprozentige Forschungsförderung durch die öffentliche Hand. Brown kommt zu

dem Schluss, es habe zwar einen (unerwünschten) Epochenbruch in der medizinischen Forschung gegeben, aber das gelte nicht generell für andere Bereiche, zum Beispiel nicht für die Hochenergiephysik.

Schlussendlich erörtern Ann Johnson und Johannes Lenhard das Aufkommen günstiger, allgemein zugänglicher PCs in den 1990er Jahren und meinen, diese Entwicklung habe zu einer »neuen Kultur der Prognose« geführt. Was Rechenmodelle leisten, ist oft unklar und für gewöhnlich lassen sich die Modelle selbst nicht als realistische Darstellung der realen Welt interpretieren. Solche Modelle verfügen jedoch über eine substanzielle prognostische Kraft. Wissenschaftsphilosophen konzentrieren sich meistens auf das Problem der Erklärung, die bedeutendere Rolle der Prognose erfordert hingegen eine unabhängige historische und philosophische Analyse und Bewertung. Johnson und Lenhard schließen daraus, dass Prognose der Schlüssel für technische Kontrolle ist. Darüber hinaus mache der zunehmende Einfluss undurchsichtiger Rechenmodelle deutlich, dass eine solche Kontrolle auch ohne ein tiefes theoretisches Verständnis zu erreichen ist.

Der von Hans Radder geschriebene Epilog ist von anderer Art. Er führt weder Gründe für noch gegen die These vom Epochenbruch an. Stattdessen versucht er, den vorangegangenen Beiträgen eine Reihe von Fragen zu entnehmen, von denen zu erwarten ist, dass sie weiterhin im Mittelpunkt der Forschung und der Debatte stehen werden. Zu diesen »sticking points« zählen die historiographische Frage, wie eine historisch so umfassende These wie die vom Epochenbruch untermauert werden kann, ontologische und erkenntnistheoretische Fragen über das Wesen und die Entwicklung der Naturwissenschaften, empirische und theoretische Darlegungen über den Stellenwert alter und neuer Methodologien, sozialwissenschaftliche Untersuchungen über die Beziehung zwischen Wissenschaft, Technik und der Gesellschaft im Ganzen sowie normative Überlegungen zur soziokulturellen Funktion von Wissenschaft und Technik.

Dieser einleitende Überblick bietet nicht mehr als eine Skizze der wesentlichen in den Beiträgen behandelten Punkte. Tatsächlich aber decken alle Beiträge eine größere Menge relevanter Gegenstände ab und behandeln eine nuancenreichere Anzahl von Argumenten und Positionen, als in dieser Einleitung erwähnt werden können. Um die Vielfalt und den Nuancenreichtum zu entdecken, lese man bitte weiter und urteile selbst.

*Übersetzung: Christiana Goldmann*



## Literatur

- Beck, Ulrich, Anthony Giddens & Scott Lash (1996): *Reflexive Modernisierung: Eine Kontroverse*. Frankfurt: Suhrkamp.
- Bensaude-Vincent, Bernadette (2009): *Les vertiges de la techoscience: Façonner le monde atome par atome*. Paris: La Découverte.
- Böhme, Gernot, Wolfgang Krohn & Wolfgang Van den Daele (1973): »Die Finalisierung der Wissenschaft«, in: *Zeitschrift für Soziologie* 2, 128-144.
- Carrier, Martin & Alfred Nordmann (Hg.) (2010): *Science in the Context of Application*. Dordrecht: Springer.
- Daston, Lorraine & Peter Galison (2007) *Objektivität*. Frankfurt: Suhrkamp.
- Elzinga, Aant (2004): »The New Production of Reductionism in Models Relating to Research Policy«, in: K. Grandin, N. Wormbs & S. Widmalm (Hg.), *The Science-Industry Nexus: History, Policy, Implications*,. Sagamore Beach, Mass.: Science History Publications, 277-304.
- Etzkowitz, Henry (2003): »Innovation in Innovation: The Triple Helix of University-Industry-Government Relations«, in: *Social Science Information* 42, 293-337.
- Etzkowitz, Henry & Loet Leydesdorff (1998): »The Endless Transition: A Triple Helix of University-Industry-Government Relations«, in: *Minerva* 36, 271-288.
- Forman, Paul (2007): »The Primacy of Science in Modernity, of Technology in Postmodernity, and of Ideology in the History of Technology«, in: *History and Technology* 23, 1-152.
- Funtowicz, Silvio O./Ravetz, Jerome R. (1993): »The Emergence of Post-Normal Science«, in: R. von Schomberg (Hg.), *Science, Politics, and Morality: Scientific Uncertainty and Decision Making*. Dordrecht: Kluwer, 85-123.
- (2001): »Post-Normal Science: Science and Governance under Conditions of Complexity«, in: M. Decker (Hg.), *Interdisciplinarity in Technology Assessment: Implementation and Its Chances and Limits*. Berlin: Springer, 15-24.
- Galison, Peter (2006): »The Pyramid and the Ring«. Vortrag auf der Konferenz der Gesellschaft für analytische Philosophie (GAP), Berlin.
- Gibbons, Michael, Camille Limoges, Helga Nowotny, Simon Schwartzman, Peter Scott & Martin Trow (1994): *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Sciences*. London: Sage.
- Haraway, Donna (1997): *Modest\_Witness@Second\_Millennium*. New York: Routledge.
- Ihde, Don & Evan Selinger (Hg.) (2003): *Chasing Technoscience*. Bloomington: Indiana University Press.

- Johnson, Ann (2009): *Hitting the Brakes: Engineering Design and the Production of Knowledge*. Durham, N.C.: Duke University Press.
- Jones, Richard (2008): »The Production of Knowledge«, in: *Nature Nanotechnology* 3, 448-449.
- Latour, Bruno (1987): *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers through Society*. Cambridge: Harvard University Press.
- (1993): *We Have Never Been Modern*. Cambridge: Harvard University Press.
- Moriarty, Philip (2008): »Reclaiming Academia from Post-Academia«, in: *Nature Nanotechnology* 3, 60-62.
- Nowotny, Helga, Peter Scott & Michael Gibbons (2004): *Wissenschaft neu denken. Wissen und Öffentlichkeit in einem Zeitalter der Ungewissheit*. Weilerswist: Velbrück Wissenschaft.
- Radder, Hans (Hg.) (2010): *The Commodification of Academic Research: Science and the Modern University*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Rip, Arie (2002): »Science for the Twenty-First Century«, in: P. Tindemans, A. Verrijn-Stuart & R. Visser (Hg.), *The Future of the Sciences and Humanities: Four Analytical Essays and a Critical Debate on the Future of Scholastic Endeavour*. Amsterdam: Amsterdam University Press, 99-148.
- Schäfer, Wolf (Hg.) (1983): *Finalization in Science: The Social Orientation of Scientific Progress*. Dordrecht: Reidel.
- Schmidt, Jan C. (2007): *Instabilität in Natur und Wissenschaft: Eine Wissenschaftsphilosophie der nachmodernen Physik*. Berlin: de Gruyter.
- Slaughter, Sheila & Gary Rhoades Hg.) (2004): *Academic Capitalism and the New Economy: Markets, State, and Higher Education*. Baltimore, Md.: Johns Hopkins University Press.
- Toulmin, Stephen (1992): *Cosmopolis: The Hidden Agenda of Modernity*. Chicago: University of Chicago Press.
- Vogt, Thomas, Davis Baird & Chris Robinson (2007): »Opportunities in the ›Post-Academic‹ World«, in: *Nature Nanotechnology* 2, 329-332.
- Weingart, Peter (1997): »From ›Finalization‹ to ›Mode 2‹: Old Wine in New Bottles?«, in: *Social Science Information* 36, 591-613.
- Weingart, Peter, Martin Carrier & Wolfgang Krohn (2007): *Nachrichten aus der Wissensgesellschaft: Analysen zur Veränderung der Wissenschaft*. Weilerswist: Velbrück Wissenschaft.
- Ziman, John (2000): *Real Science: What It Is, and What It Means*. Cambridge: Cambridge University Press.