

## **Black Box ‚Gesellschaft‘ – Produktive Kontraste in der Wissenschaftsforschung**

**Zu Helga Nowotny: „Leben im Labor und Draußen: Wissenschaft ohne Wissen? Anmerkungen zu neueren Ansätzen innerhalb der Wissenschaftssoziologie“, Soziale Welt 33/2 (1982)**

**Von Michael Schillmeier**

Helga Nowotnys Beitrag „Leben im Labor und Draußen: Wissenschaft ohne Wissen?“ aus dem Jahre 1982 ist geprägt von der Erfahrung technowissenschaftlich vermittelter Prozesse sozialen Wandels, einer fortschreitenden „Industrialisierung der Wissenschaften“, den Konfliktszenarien des Kalten Kriegs und der damit verbundenen Möglichkeit einer „nukleare[n] Vernichtung der Menschheit“ (Nowotny 1982: 220). Für Nowotny handelt es sich dabei keineswegs um separate Entwicklungsprozesse. Diese verweisen vielmehr auf das wechselseitige und konfliktreiche Bedingungsverhältnis von Wissenschaft, Technik und Gesellschaft. Der historische Wandel wissenschaftlicher Programme, deren unterschiedliche „kognitiven Objekte“ und den daran gekoppelten und zum Ausdruck kommenden divergenten Wissensformen machen aber nicht nur die gesellschaftliche Dynamik der Wissenschaften deutlich. Vielmehr zeigt sich eine zunehmende *Konvergenz* zwischen Wissenschaft und Gesellschaft, die sich als allumgreifende *Verwissenschaftlichung der Gesellschaft* niederschlägt.

### **Dynamik der Wissenschaften und Bacons Ingenieure**

Mit flinker Feder rekonstruiert Nowotny den Wandel der kognitiven Objekte der Wissenschaft von einem „organischen Weltbild“ der buchwissenden universitären Gelehrten und der Magiker und Alchemisten hin zur Dominanz der mechanischen Philosophie und deren peniblen Beobachtungen an Experimenten mit „lebloser Natur“ (Nowotny 1982: 215). Dadurch, so Nowotny, wurde der tradierte Wissensfundus „entzaubert und objektiviert, d.h. entmenschlicht“ (ebd.). Durch die Erfindung des Buchdrucks, d.h. durch die Reproduktion in Wort *und* Bild, wurde das neue, moderne Wissenschaftsverständnis zu *der* Erfolgsgeschichte der Menschheit, die nicht nur auf die „soziale und ökonomische Beherrschung“ der Natur abzielt, sondern auch die gesellschaftlichen Organisationsformen maßgebend bestimmt und beherrscht (ebd.). Im Zuge der Industrialisierung der Wissenschaften im 20. Jahrhundert und deren straffen Managementstrukturen, der gezielten Förderung der *Lebenswissenschaften* (Biologie, Genetik, Biochemie, Molekularbiologie usw.) sowie der Dominanz systemischer Perspektiven (Informatik, Kybernetik) wird ein erneuter Wandlungsschub der Wissenschaft und ihrer Forschungsorganisation sichtbar. Mit der gesellschaftlichen Diffusion post-newtonscher Wissenschaftsprogramme des 20. Jahrhunderts, deren kognitiven Objekte ‚Materie‘, ‚Energie‘ und ‚Information‘ sind, emergiert ein Strukturzusammenhang von Wirklichkeit, der auf tradierte epistemische Formen der Wissensproduktion und -reflexion verzichten kann. Das akkumulierte Wissen der Wissenschaften wird in die *Sprache der Natur* übersetzt und als Prozessierung von Energie und Information reformuliert. Mit Hilfe von Programmen, Information und deren Codes lässt sich sodann das *Buch des Lebens* in genetisch-digitaler Form schreiben, speichern, löschen und neu programmieren. Wissenschaftliche Forschung wird sukzessive zur Ingenieurskunst, zur Bastelarbeit an und mit codierten Informationen. Die Sprache der Natur findet ihr Pendant in der Informationsgesellschaft, die wiederum mit den Prozessen einer fortschreitenden Industrialisierung korrespondiert, was zu einer radikalen Restrukturierung wissen-

schaftlicher *und* gesellschaftlicher Organisationsformen führt. Der Wissenschaft gelingt es dadurch, das baconsche Programm „Wissen ist Macht“ fortzuführen, indem es die Macht des Wissens als Zirkulation von „Energie und Information“ reformuliert. Dadurch gewinnt Wissen Macht, gerade weil es auf gesellschaftliches Wissen erfolgreich verzichten kann.

Der hiermit initiierte Wandlungsschub zielt nicht nur auf eine Rationalisierung wissenschaftlicher Forschungspraxis ab, sondern geht einher mit der „Entwicklung einer Metasprache“, die Natur und Gesellschaft gleichermaßen als „programmierte Materie“ beschreiben, analysieren und ökonomisch verwerten lässt (ebd.: 216; vgl. auch Brandt 2004). Sukzessive wird eine technowissenschaftliche vermittelte Ökonomie gesellschaftlicher Realität wirksam, deren Reduktionismus eine allumfassende „Kapitalisierung des Lebens“ ermöglicht und die Genetisierung und Biotechnologisierung gesellschaftlicher Lebenszusammenhänge heraufbeschwört. Die *Aneignung der leblosen Natur* wird obsolet, sobald man die Codes des Programms der Natur entschlüsselt hat die deren Selbstorganisation umschreibt. Sodann gilt das Interesse der Analyse und Nachahmung der programmierten, selbstorganisierten Natur. Wissenschaft und Natur, Mensch und Gesellschaft werden als selbstorganisierende Einheiten, die computerähnlich, codierte Informationen prozessieren, verstanden (ebd.: 218 f). Als konsequente Weiterführung der Industrialisierung der Wissenschaften formiert und organisiert sich eine neue sinnentleerte „Wissenschaft ohne Wissen“, deren universales Programm für Natur wie Gesellschaft gleichermaßen gilt und so eine „natürliche“ Verwissenschaftlichung der Gesellschaft begründet und implementiert. Damit wird ‚Natur‘ wie ‚Kultur‘ zu ein und derselben technokratischen organisierten Informationsmaschinerie. Dieser Prozess initiiert aber nicht nur eine „Wissenschaft ohne Wissen“, sondern evoziert als unintendierte Nebenfolge die Diskussion, Erprobung und Professionalisierung von „Wissen ohne Wissenschaft“ und lässt sich unter dem Stichwort der „Politisierung der Wissenschaft“ zusammenfassen. Es wird sukzessive um alternative (nicht-westliche, feministische) Wissenschaftskonzepte gerungen, alternative Wissenspraktiken und -kulturen (Erfahrungswissen, Körperwissen, Esoterik usw.) treten in Konkurrenz zum wissenschaftlichen ‚Wissen‘ und problematisieren damit die einseitige Wissenschaftsgläubigkeit im Umgang mit lebensweltlichen Frage- und Problemzusammenhängen.

### **Entmenschlichung des Wissens und technowissenschaftlich vermittelte Selbstgefährdung**

Die 1980er-Jahre sind ebenso geprägt von der möglichen Selbstgefährdung menschlicher Zukunft, die für viele als strukturlogischer Effekt einer ungebremsten, technowissenschaftlich vermittelten Fortschrittsideologie erfahren wird. Mit nuklearer Kriegstechnologie, unregulierter industrieller Produktion ökologischer Folgeprobleme oder aber mit großtechnologischen Unfällen wird die eigene Zukunft und die der anderen aufs Spiel gesetzt. Wissenschaft und Technik versagen als Sicherheitsproduzenten gesellschaftlicher Wirklichkeit. Vielmehr werden Wissenschaft und Technik selbst zu den Hauptakteuren in der Produktion von Unsicherheiten, unkalkulierbarer Risiken und Gefahren weltgesellschaftlicher Dimension. Diese lassen sich auch durch ein mehr an wissenschaftlichem Wissen nicht entschärfen, sondern evozieren die risikogesellschaftliche Erfahrung „ontologischer Unsicherheit“ (vgl. Beck 1986; Giddens 1991). Damit wird die Idee von Technologie als unproblematisches und dominierendes Kommunikationsmedium sozialer Ordnung in Frage gestellt, und die Risiko- und Gefahrendimension *technologisch vermittelter sozialer Wirklichkeit* rückt ins Zentrum der Diskussion.

Helga Nowotnys Beitrag spricht aus dieser Erfahrung möglicher Selbstgefährdung, die, insbesondere durch die Entkopplung von „Wissenschaft und Wissen“ herbeigeführt, ein dramatisches multi-gesellschaftliches Kontroll- und Regulierungsdefizit auf Dauer setzt, das unweigerlich in die nahende Katastrophe führt: „[D]ie drohende nukleare Vernichtung der Mensch-

heit, die aus der unseligen, selbst-zerstörerischen Logik unseres Systems folgt“, so Nowotny, ist „mit einem zeitlichen Ultimatum versehen worden; ob Wissenschaft und Wissen – als der Inbegriff menschlicher Werte – nochmals zusammenfinden, wird sich nur zu bald erweisen“ (1982: 220). Will man die strukturellen Zusammenhänge der Entmenschlichung des Wissens verstehen, d.h. *wie* die Entkopplung von Wissenschaft und Wissen stattgefunden hat und was dazu beigetragen hat, dann braucht es, nach Nowotny, eine Wissenschaftsforschung, die den historischen Wandel der Wissenschaften *wissenschaftlich* reflektiert und in der Lage ist, die „Co-Produktion von Wissenschaft und Gesellschaft“ (Jasanoff et al. 1995; Jasanoff 2004) zu analysieren. Nowotnys Aufsatz kann als prominente wissenschaftspolitische Vorarbeit zur überaus einflussreichen strukturellen Analyse der „Co-Evolution von Wissenschaft und Gesellschaft“ (Gibbons et al. 1994; Nowotny / Scott / Gibbons 2001) angesehen werden.

### Mode-2 Analyse

Nowotnys luzide Diagnose der post-newtonschen Dynamik der Wissenschaft führt, wie man weiß, zur Unterscheidung von newtonscher Mode-1 Wissenschaft und gegenwärtiger Mode-2 Wissenschaft (Gibbons et al. 1994; Nowotny / Scott / Gibbons 2001). Hierbei wird jedoch weniger auf „Wissenschaft ohne Wissen“ Bezug genommen, als auf die neuen Produktionsformen von Wissen, die sich vor dem Hintergrund omnipräsenter Interdependenzen von anwendungsorientierter Forschung, Industrie, Ökonomie, Politik und Öffentlichkeit entwickeln. Mit Mode-2 geht die zunehmende Demarkierung klarer wissenschaftsdisziplinärer Grenzen und Praxisfelder einher. Diese verweisen vielmehr auf transdisziplinäre Problematisierungs- und Gestaltungsprozesse der jeweiligen projektbezogenen Forschungsvorhaben *und* deren (potentiellen) gesellschaftlichen Folgen, die den *Umgang mit Unsicherheit* reflektieren und das universale Sicherheitsversprechen wissenschaftlicher Praxis *kontextualisieren*, d.h. Wissenschaft der gesellschaftlichen Beobachtung, Kommunikation und Diskussion folgenreich aussetzen (ebd.). Nur durch gesellschaftliche Kontextualisierung kann techno-wissenschaftlich erzeugte Reliabilität auch „sozial robustes Wissen“ generieren (Nowotny / Scott / Gibbons 2001: 166ff). Mit der Produktion von sozial robustem Wissen wird der Übergang von einer Mode-1 Gesellschaft zu einer Mode-2 Gesellschaft beschrieben, die sich nicht teilnahmslos der eigen-logischen Produktion technowissenschaftlichen Wissens überlässt, sondern die gesellschaftlich heterogenen und konfliktreichen Anforderungen, Problemzusammenhänge sowie die Verteilung und die Folgen von Technowissen artikuliert und diskutiert. Damit wird der forschersiche Problematisierungs- und Gestaltungsprozess aktiv gestaltet und ebenso werden mögliche Folgen (Risiken, Gefahren, Unsicherheit) öffentlich bewertet. Mode-2 Gesellschaften öffnen dadurch die Black-Box der Wissenschaft und reformulieren tradierte Konstruktions- und Produktionsweisen wissenschaftlichen Wissens und ihrer Objekte. Dadurch soll gesellschaftliche Anschlussfähigkeit und deren Nachhaltigkeit ermöglicht werden.

### Mikrosoziologische Wissenschaftsforschung und das Fehlen der Gesellschaft

In Nowotnys Diagnose einer „Wissenschaft ohne Wissen“ drückt sich ebenfalls eine Kritik an primär mikrosoziologisch und alltagspraxeologisch ausgerichteten Perspektiven der Wissenschaftsforschung aus. Folgt man Nowotny, so fehlt der ethnographischen Laborforschung (Latour / Woolgar 1986) ein gesellschaftsanalytischer Blick zur adäquaten Beschreibung der strukturell bedingten, d.h. technowissenschaftlich vermittelten „Entmenschlichung“ und Industrialisierung moderner Wissensproduktion und den damit einhergehenden Organisationsvorgaben an gesellschaftliche Lebensformen und an wissenschaftliche Praxis.

Nowotnys „Anmerkungen zu neueren Ansätzen innerhalb der Wissenschaftssoziologie“ zeigen in diesem Zusammenhang zwar Sympathie für empirisch verfahrenen Laborstudien und deren Interesse am „science in the making“. Sie machen aber mehr als deutlich, dass der mikrosoziologische Bias kaum den Anforderungen gerecht wird, um den fatalen Wandel moderner Wissenschaften und deren Folgewirkungen gesellschaftswissenschaftlich adäquat zu erfassen. Der strukturell angelegte Konflikt von Wissenschaft, Technik und Gesellschaft lässt sich für Nowotny auch nur durch die strukturelle Kopplung von Wissenschaft *und* Gesellschaft erklären. Nowotny anerkennt durchaus, dass die ethnographischen Fallstudien „handfeste, empirisch erarbeitete Ergebnisse erbracht“ haben (1982: 208), die detailverliebt die Strategien und Taktiken erfolgsorientierter und opportunistischer – und gerade nicht wahrheitsorientierter – *Fabrikation* von Wissen und Fakten rekonstruieren (vgl. Knorr 1977, 1982, 1984, 1995; Lynch 1993; Latour / Woolgar 1986). Für Nowotny ist der „Einzug der Soziologen in die Labors“ (ebd.: 211) kein Zufallereignis, ebenso wenig wie die Beschreibung von wissenschaftlicher Praxis als ökonomisch-industrielle Wissens- und Faktenproduktion. Vielmehr verweist der zunehmende *Arbeitscharakter* wissenschaftlicher Praxis auf die fortgeschrittene „Industrialisierung der Wissenschaft“ (ebd.). Erst dadurch kommt die Soziologie in die Lage, naturwissenschaftliche Praxis als *Ökonomie des Wissens* zu entlarven und eine „irreverente Haltung“ (Latour / Woolgar 1986) gegenüber den Naturwissenschaften einzunehmen. Das große Manko ethnographischer Laborforschung besteht nach Nowotny jedoch darin, keine Mittel an der Hand zu haben, die Ökonomisierung des Wissens als Effekt gesellschaftlichen Wandels zu analysieren. Vielmehr wird diese als davon unberührte Eigenpraxis wissenschaftlicher Wissensproduktion beschrieben. Damit wird für Nowotny ein gravierendes methodisches Problem ethnographischer Forschung sichtbar: Die Laborethnologen bleiben in den Selbstbeschreibungen des Feldes hängen und lassen sich sukzessive dazu verführen, ohne kritische Distanz die Sprache und Praxis der Naturwissenschaften in der sozialwissenschaftlichen Analyse zu imitieren (Nowotny 1982: 213). Dadurch wird Wissenschaft, entgegen der ursprünglichen Intention der Wissenschaftsforscher, zu einem isolierten, eigenständigen und von *gesellschaftlichen Einflüssen* gereinigten Ort. Mit der latourschen Perspektive<sup>1</sup> kommt es zu einer *Entsoziologisierung* wissenschaftlicher Praxis und man läuft Gefahr, Wissenschaft erneut rationalistisch zu verklären, so Nowotny (ebd.: 214).

Man schlägt aber gleichzeitig soziologisch weit über die Stränge, wenn man das „Leben im Labor mit dem Leben draußen“ verwechselt und wissenschaftliche Praxis mit Politik oder Alltagspraxis gleichsetzt. In der Folge hat man kein Unterscheidungskriterium mehr an der Hand, das die historisch diversen kognitiven Objekte der Wissenschaften und ihre Funktionen ausmachen, die den Wandel der Wissenschaften aufzeigen (Nowotny 1982: 211, 215). Dadurch bleibt, so Nowotny, „der Mittelpunkt des Forschungsfeldes [...] eigentümlich leer“ (ebd.: 214). Man projiziert vielmehr die gewohnten Blickwinkel soziologischer Perspektiven auf ein neues Untersuchungsfeld und reproduziert die gängigen Argumentationsmuster, ohne die Funktion und Dynamik der kognitiven Objekte zu erfassen, die „mit bestimmten gesellschaftlichen Formationen, mit bestimmten Organisationsformen sozialer und politischer Natur kompatibel ist, mit anderen jedoch nicht“ (ebd.). Für Nowotny reicht es eben nicht aus, sich – wie Latour / Woolgar – der „soziale[n] Konstruktion wissenschaftlicher Tatsachen“ zuzuwenden. Damit versäumt man, die gesellschaftlichen Mechanismen entlarven zu können, die die „politischen und ökonomischen Kräfte“ entfesseln (ebd.: 212).

<sup>1</sup> Nowotnys Kritik an Latours und Woolgars *Laboratory Life* wendet sich explizit gegen Latour und nicht gegen Latour / Woolgar.

### Nanowissenschaft ohne Wissen?

*What if we could build things the way nature does – atom by atom and molecule by molecule? (NSTC 1999)<sup>2</sup>*

Nowotnys Ansatz der ‚Co-Evolution von Wissenschaft und Gesellschaft‘ hat sich in der sozialwissenschaftlichen Wissenschaftsforschung weitgehend durchgesetzt und formt den gegenwärtigen wissenschaftssoziologischen Diskurs entscheidend mit. Ein kurzer Einblick in die gegenwärtige Wissenschaftsforschung im Bereich ‚Nanotechnologie‘ soll dies verdeutlichen.

Nanotechnologie gilt als Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts. Das Besondere an Nanotechnologie ist, dass im Bereich nanoskaliger Größenabmessungen (1-100nm) neue Eigenschaften von Materialien entstehen, die es umfassend zu erforschen und zu nutzen gilt. Als konvergierende Technologie verstanden, sollen nicht nur die Grundmuster biologischer Prozesse nachgeahmt werden, sondern Bio- und Informationstechnologien mit kognitionswissenschaftlichen Erkenntnissen zusammengeführt und integriert werden, die sodann die grenzenlose Manipulation als auch Technisierung natürlicher Zusammenhänge erlauben (Roco / Bainbridge 2003). Den zumeist fiktiven Nanotechnologien werden dabei ein revolutionäres Innovations-, Anwendungs- und Marktpotential (Medizin, Elektronik, Nahrungsmittel, funktionale Materialien usw.) eingeräumt. Darüber hinaus wird der Nano-Revolution das Potential eines generalisierten Hyper-Kommunikationsmedium zugesprochen, das den ‚immerwährenden Frieden‘ nicht durch Kosmopolitik im Sinne Kants, sondern durch nanotechnologische Innovationen ermöglicht, dabei enorme Energiekapazitäten freisetzt, die der Armut ebenso wie der Umweltzerstörung global ein Ende setzt, sich der gesellschaftlichen Illusion der technischen Kontrolle durch die Nachahmung natürlicher, selbst-organisierte Selbstkontrolle entledigt und insgesamt die körperlichen und geistigen Fähigkeiten des Menschen verbessert – und das alles *atom by atom* (NSF 2002). Die visionären Zukunftsszenarien des Nano-Diskurses entsprechen ganz der Umsetzung der Prinzipien einer ‚Wissenschaft ohne Wissen‘, deren Technologien die Sprache einer selbst-organisierenden Natur artikulieren:

*„Most importantly, nanotechnology is unique as it [...] allows manipulation at the basic level of organization of atoms and molecules, where the fundamental properties and functions of all man-made and living systems are defined.“ (Roco / Renn 2006: 23)*

Trotz aller Euphorie, nicht nur die Quelle des Lebens gefunden zu haben, sondern diese auch effizienter sprudeln lassen zu können, sei daran erinnert, dass aufgrund Ihrer nanoskaligen Eigenschaften ‚Nanotechnologien‘ über Atemluft und Haut, den Magen-Darm-Trakt aufgenommen werden können, durch Zellwände wandern und die Blut-Hirnschranke überwinden. Über die kurz-, mittel- und langfristigen Effekte und die möglichen negativen und un intendierten Nebenfolgen für Mensch und Umwelt ist jedoch kaum etwas bekannt. In den meisten Bereichen (wie z.B. der Nanomedizin) befindet sich die Entwicklung von Nanotechnologien noch in der experimentellen Anfangsphase. Mögliche gesundheitliche Schäden können noch nicht vorhergesagt werden, laufende Forschungsstudien sind untereinander nicht vergleichbar und zumeist handelt es sich um ungeprüfte Thesen über die (Un-)Möglichkeiten der Ausbreitung von Nanotechnologien. Ebenso fehlen in vielen Fällen des Umgangs mit Nanomaterialien verlässliche Mess- und Prüfverfahren. Es herrscht weitestgehend Unklarheit darüber, wie sich Nanopartikel sinnvoll nachweisen und systematisieren lassen, welche Grenz-, Referenz- und Gefahrenklassen gelten, welche positiven wie negativen (an/organischen) Synergieeffekte zu erwarten sind usw. D.h. Fragen der Deklaration und Regulation in der Nanotechnologie sind weitestgehend ungeklärt und umstritten. Die Brisanz möglicher Nanotechnologien liegt also in

<sup>2</sup> <http://www.wtec.org/loyola/nano/IWGN.Public.Brochure/IWGN.Nanotechnology.Brochure.pdf> (zuletzt abgerufen am: 15.07.2013).

dem hohen gesellschaftswirksamen Innovationspotential einerseits und den daran gebundenen unsicherheits- und risikobeladenen Folgen andererseits (vgl. Ach / Lüttenberg 2009; Nordmann / Schummer / Schwarz 2006).

Vor diesem Hintergrund und den Kontroversen im Zusammenhang mit den möglichen Folgen von Nuklear-, Bio- und Gentechnologien der letzten Jahrzehnte hat sich parallel zur allgemeinen Nano-Rhetorik eine daran abarbeitende technikkritische sowie risiko- und unsicherheitssensible Diskussionskultur etabliert. Der sozialwissenschaftliche und sozialphilosophische Begleitdiskurs entlarvt die Strategien einer „Nanowissenschaft ohne Wissen“-Rhetorik, die gleichermaßen eine „Naturalisierung der Technik“ und eine „Technologisierung von Gesellschaft und Natur“ suggeriert (z.B. Köchy / Norwig / Hofmeister 2008; Nordmann 2008, 2007, 2009, Schummer / Baird 2006). Ethische und philosophische Fragen der „technischen Verbesserung“ des Menschen durch Nanotechnologien und den damit verbundenen Naturbildern werden ebenfalls kritisch reflektiert (z.B. Allhoff / Lin 2009; Coenen 2006; Grunwald 2008). Ganz im Sinne von Nowotny wird der organisatorische Wandel der Wissensproduktion eindringlich beforscht (z.B. Kurath / Kaiser 2010; Merz 2010). Wissenschaftssoziologische, politische und wissenschaftspolitische, ökonomische und öffentliche Interessen an ‚Nano‘ rücken Fragen der gesellschaftlichen Bewertung und Regulierung innovativer, wissenschaftlicher Praxis ins Zentrum der Analysen, die sich nicht nur auf ein „public awareness/understanding of science“ reduzieren lassen, sondern vor allem auf ein „public engagement with science“ (Bürgerdialoge, Bürgerforen) abzielen (Busch 2008; Felt / Fochler / Strassnig 2011; Lucht / Erlemann / Ruiz Ben 2010; Kaiser et al. 2012; Zöller 2008). Die Thematisierung der *Governance* technologischer Zukünfte soll der Idee einer pro-aktiven und nachhaltigen Entwicklung zu Gute kommen, um risikobehaftete Technikfolgen besser antizipieren zu können und im Sinne einer „Demokratisierung der Expertise“ mitgestalten und regulieren zu können (Erlemann 2010; Kaiser et al. 2010; Nowotny 2000; Voss / Bauknecht / Kemp 2006). Solche zumeist mit öffentlichen Mitteln (aber auch durch die Industrie) finanzierte Verfahren dienen ebenso dazu, die Wettbewerbsfähigkeit von Nanotechnologien zu testen, unbestimmte Technikentwicklungen besser abzusichern und etwaige Exit-Optionen platzieren zu können (vgl. Schaper-Rinkel 2010). Die Nano-Wissenschaften selbst engagieren sich nicht nur in der Thematisierung der Chancen, sondern sprechen auch mögliche Risiken von ‚Nano‘ an. Solche Bestrebungen sind jedoch oftmals antrags- und forschungspolitisch motiviert (Outreach-Strategien) und spiegeln weniger die situativen Problem-, Unsicherheits- und Risikozusammenhänge der jeweiligen spezifischen Forschungsprozesse wieder (Felt 2010).

### **The Missing Nano-Masses**

So sehr die intensive Begleitforschung zu ‚Nano‘ und ihre pro-aktive Ausrichtung der Bewertung von Wissenschaft und Technik zu begrüßen ist, ist auffällig, dass diese zum großen Teil den eigentlichen laborwissenschaftlichen Entstehungsprozess spezifischer Nano-Objekte und das spezifische Nano-(Nicht-)Wissen außer Acht lässt (vgl. Bensaude-Vincent et al. 2011; Doubleday / Viseu 2010; PourGashtasbi 2012; Schröpfer 2012). Dies führt dazu, dass man zwar ein überaus gut reflektiertes und breites Forschungsfeld ‚Nano‘ vorfindet, das sich mit wissenschaftspolitischen, politischen, philosophischen und vor allem ethischen Fragen beschäftigt, aber die Besonderheiten spezifischer Laborforschungsbereiche – wie z.B. die Praxis der Wissens- und Objektgenese *nanomedizinischer* Forschung – nur selten explizit beforscht (Baumgartner 2006; Brüske-Hohlfeld 2008; Costa et al 2011; Duncan / Gaspar 2011; Nordmann 2006, 2010; Zöller 2008). Ein großer Teil der gegenwärtigen sozialwissenschaftlichen ‚Nano‘-Forschung steht ganz im Zeichen einer prozessorientierten Mode-2 Analyse. Dies hat zu einer Revitalisierung der Wissens- und Wissenschafts*soziologie* geführt, die luzide und innovativ – wie oben ansatzweise beschrieben – die gesellschaftlichen Kontextualisierungen

von Nanotechnologien bzw. Nanowissenschaften (re-)konstruiert, ohne dabei jedoch die Beforschung der Laborpraxis und deren nichtmenschlichen Objekte detailliert zu berücksichtigen. Dies, so mein Eindruck, reflektiert den humanistischen Bias von Mode-2 Analysen, deren Blick insbesondere auf die Politik einer „people and competence centred“-Wissensproduktion gerichtet ist und diese auch einfordert (vgl. Gibbons et al. 1994: 163).

### Laborgesellschaften

Wie man weiß, sprechen Latour / Woolgar im Untertitel der Neuauflage von *Laboratory Life* (1986) schlicht von „The Construction of Scientific Facts“ und nicht mehr von „The Social Construction of Scientific Facts“ (1979). Diese kleine aber überaus bedeutsame Auslassung wird zum Kern dessen, was man mit Bruno Latour als den Wegbereiter für „[e]ine neue Soziologie für eine neue Gesellschaft“ beschreiben kann (2007). Das zentrale Argument Latours lautet, dass ganz im Sinne ethnographischer Forschung *Unsicherheit* darüber besteht, was unter ‚Gesellschaft‘ resp. dem ‚Sozialen‘ zu verstehen ist. ‚Gesellschaft‘ und ‚das Soziale‘ erklären als vorausgesetzte Begriffe nichts, sondern sie sind erklärungsbedürftig, da *alle* Dinge Gesellschaften sind und alle Interaktionen sozial (Latour / Woolgar 1986; Latour 2007; Schillmeier 2009; Tarde 2009).

Für Latour / Woolgar (1986) ist die Gesellschaftlichkeit der Dinge eine Black Box, die es zu entschlüsseln gilt, indem man die Konstruktionsspuren der Dinge nachzeichnet und beschreibt. Dadurch wird von vornherein Wissenschaft als ein quasi außer-gesellschaftlicher Bereich in Frage gestellt. Damit wird auch die Vorstellung obsolet, dass mit Hilfe rationaler Wahlmittel selbst-regulierend und unvermittelt Natur-Wissen und in deren Anwendung technische Artefakte produziert werden, die trotz des Charakters der Hergestelltheit die ‚wahre‘<sup>3</sup> Natur sprechen lassen und somit objektive und universale Gültigkeit beanspruchen können (vgl. auch Stengers 2000). Vielmehr wird wissenschaftliches Wissen und deren Wissensobjekte als untrennbar von ihren komplexen und materialreichen Interaktionsprozessen verstanden. Die Frage, „Was machen Wissenschaftler eigentlich, wenn sie Wissenschaft betreiben?“ lässt sich dann auch nicht natürlich (v)erklären, weder biologisch, chemisch, physikalisch usw., sondern bedarf der Analyse wissenschaftlicher Alltagspraxis und ihrer Anstrengungen in der Herstellung stabiler Wissensobjekte.<sup>4</sup> Letztere lassen sich mit ‚Natur‘ nicht begründen, so als ob man unvermittelten Kontakt zu einer Realität ‚draußen‘ hätte, die zum Sprechen gebracht wurde. Vielmehr werden wissenschaftliche Fakten und Objekte immer nur durch ganz spezifische sozio-materiale Praktiken als *Artefakte* konstruiert und ermöglicht. Natur-Wissen ist demzufolge die unter situativen Laborbedingungen seltene, aber machtvolle *Konsequenz* wissenschaftlicher Praxis selbst. Der mühsame Aushandlungsprozess zeigt Erfolg, wenn dadurch stabile „statements“ entstehen, d.h. deren Realität zu eindeutig, zu ‚wertvoll‘ resp. zu ‚kostspielig‘ ist, als dass diese leicht verändert oder gar verworfen werden könnten:

*„[T]he set of statements are considered too costly to modify constitute what is referred as reality. Scientific activity is not ‚about nature,‘ it is a fierce fight to construct reality. The laboratory is the workplace and the set of productive forces, which makes construction possible. Every time a statement stabilises, it is re-introduced into the laboratory (in the*

3 Für die neuere Wissenschaftsforschung sind die Einsichten der Vertreter der Edinburgh School und dem „Strong Programme“ zentral, die mit der Symmetrisierung von wahren und falschen Aussagen das Kriterium ‚Wahrheit‘ als Bestimmungsgrund für wissenschaftliches Wissen ignoriert und in der Folge wahre und falsche Aussagen mit den gleichen Methoden untersucht, da wahre und falsche Aussagen als soziale Konstruktionseffekte angesehen werden (vgl. vor allem Barnes 1974; Bloor 1976).

4 Für Martin Heidegger wäre dies wohl ein Indiz dafür, dass Wissenschaft beginnt, ‚denken‘ zu lernen (vgl. Heidegger 2000).

*guise of a machine, inscription device, skill, routine, prejudice, deduction, programme, and so on), and it is used to increase the difference between statements. The cost of challenging the reified statement is impossibly high. Reality is secreted“ (Latour / Woolgar 1986: 243).*

Als stabilisierte *statements* werden diese zu bestimmenden und weitgehend unhinterfragten Realitäten, d.h. zu *Black Boxes* experimenteller Laborarbeit. So werden dann z.B. Forschungsergebnisse zu angewandten Labor-Technologien und reproduzierbaren Fakten, zu propagierendem Wissen, zu hartnäckigen Vorurteilen und willkommenen Routinen. Sie funktionieren als *Black Boxes* gerade deswegen, da ihre Realität in der Anwendung *keines* kontroversen Prozesses der Aushandlung, keines Disputs, keiner Diskussion bedarf, um als ‚Realität‘ zu gelten. *Black Box*-Realitäten entschärfen Kontroversen, befrieden Auseinandersetzungen, stellen technische Lösungen und Anwendungen bereit usw. *Black Boxes* gewinnen Realität in dem Moment, in dem der langwierige und weitgehend unvorhersehbare Entstehungsprozess derselben unwichtig, ja unbedeutsam wird und an dessen Stelle die Bedeutung der *Black Boxes* als koordinierte *Eigenrealität* wirkt. So verstanden implizieren *Black-Box*-Realitäten den Übergang von einer *kontingenten sozialen Konstruktionsrealität* zu einer *eindeutigen gesellschaftlichen Wirkungsrealität*.

Der konstruktivistischen Laborforschung ist mit der Analyse von wissenschaftlichen Fakten als die Genese von *Black-Box*-Realitäten gelungen, eine prozess- und objektorientierte Perspektive von Wirklichkeit zu entwickeln: Die Existenzweisen aktueller Zusammenhänge – material wie immaterial, menschlich wie nichtmenschlich – sind Effekte von Interaktions- und Konstruktionsprozessen, die in der Folge die Bedingungen der Möglichkeit anderer, differenter und neuer Konstruktionen und Interaktionen eröffnen. *Black Box*-Realitäten jedweder Art – mögen sie noch so fix, zeitlos, gegeben, dinglich, objektiv erscheinen, sind somit aus Assoziationsprozesse<sup>5</sup> hervorgegangene und davon abstrahierende *gesellschaftliche Ordnungen*, die die Bedingungen der Möglichkeit von Differenz bereitstellen.<sup>6</sup>

### Prozeß und Gesellschaft

Damit werden die Begriffe ‚Gesellschaft‘ und ‚sozial‘ so formulierbar, dass sie einen *Kontrast* zur tradierten soziologischen Semantik (Nowotnys eingeschlossen) ermöglichen, ohne dabei das Terrain der Soziologie zu verlassen. Anknüpfend an die Prozessontologie spekulativer Soziologie und Philosophie (z.B. Tarde 2009; Whitehead 1978; siehe dazu auch Müller in diesem Band) bezeichnet eine Gesellschaft die aus einer Vielzahl von Assoziationsprozessen hervorgegangene, andauernde Existenzweise eines „realen aktuellen Dings“. Eine solche „Gesellschaft von Vorgängen“ (Whitehead 1967: 1987) ist eine sich selbst tragende Konfiguration, die eine wie auch immer komplizierte „soziale Ordnung“ (Whitehead 1967: 203) teilt und dadurch „ihre eigene Grundlage ist“ (Whitehead 1987: 177).

*„Was eine Gesellschaft auszeichnet, ist der ihr eigentümliche Charakter der Dauerhaftigkeit. Die wirklichen Dinge (real actual things), die von Dauer sind, sind ausnahmslos Gesellschaften, nicht aber einzelne Vorgänge (actual occasions). Die Verwechslung von Ge-*

5 Im Sinne Latours lassen sich ‚soziale‘ Prozesse als „Assoziationen zwischen heterogenen Bestandteilen“ nachzeichnen (vgl. Latour 2007: 17).

6 Die gleichermaßen prozess- wie objektorientierte Perspektive wurde wohl zunächst am eindeutigsten von Vertretern der Akteur-Netzwerk-Theorie und des spekulativen Konstruktivismus weiterentwickelt (z.B. Callon 1998; Debaise 2006; Latour 1987, 1988; Law 1986, 1991, 2004; Law / Hassard 1999; Mol 2002; Stengers 1997, 2000, 2010, 2011), finden sich aber bereits – wenn auch unterschiedlich angelegt – in den Arbeiten etwa von James (2003), Dewey (1929), Deleuze und Guattari (2000), Simondon (2012), Souriau (2009), Tarde (2009) or Whitehead (1967, 1968, 1978, 2000).



*sellschaften mit dem im vollsten Sinne wirklichen Dingen, den einzelnen Vorgängen, ist ein Fehler, der für die europäische Metaphysik schon seit der Zeit der Griechen immer wieder verderblich geworden ist. Eine Gesellschaft hat wesentliche Charakteristika, die sie zu der Gesellschaft machen, die sie ist, und daneben besitzt sie zufällig Eigenschaften, die sich mit den Umständen ändern. Eine Gesellschaft [...] hat also eine Geschichte, in der ihre sich wandelnden Umstände zum Ausdruck kommen“ (Whitehead 1971: 367).*

*„Eine Gesellschaft geht aus Unordnung hervor, wobei ‚Unordnung‘ mit Rücksicht auf das Ideal für diese Gesellschaft definiert wird; der günstige Hintergrund einer weiteren Gesellschaft zerfällt entweder selbst, oder hört auf, die Fortdauer der Gesellschaft [...] zu begünstigen“ (Whitehead 1987: 179).*

Jede Gesellschaft – sei es eine Atom- oder Molekül-Gesellschaft, eine Zell-Gesellschaft, eine Mensch-Gesellschaft, eine Rastertunnelmikroskop-Gesellschaft usw. – braucht dazu jedoch eine Umgebung, welche die situierte Eigenrealität der Gesellschaft zulässt oder begünstigt. Das meint, „dass jede Gesellschaft einen sozialen Hintergrund braucht, von dem sie selbst einen Teil bildet“ (Whitehead 1987: 179). Die Beziehungen unterschiedlicher Gesellschaften verweisen auf die Relationen von gleichzeitigen *Vorgängen* oder *wirklichen Ereignissen* (actual occasions) und nicht auf die Verbindung gegebener, realer Dinge (ebd.). Vollständige Wirklichkeit haben nur die Ereignisse resp. die Vorgänge (Konstruktionsrealitäten, Assoziationsprozesse) und eben nicht Gesellschaften und ihre zugehörigen Elemente. Demzufolge sind Gesellschaften und ihre zugehörigen Elemente immer der Effekt von sozialen Ereignissen und sind selbst an sozialen Ereignissen beteiligt (vgl. Schillmeier 2009; Stengers 2012; Tarde 2009). Eine Gesellschaft ist eine wirksame Black Box-Realität, da sie andauernden Charakter aufweist und es dadurch erlaubt, von der Geschichte und Prozessualität, d.h. ihrer Wirklichkeit zu abstrahieren. Daher gilt es, den Nexus der Vorgänge, d.h. die Prozesse der Assoziationen und damit die Geschichte und die wandelnden Umstände der Dinge ins Zentrum der Analyse zu rücken.

Der prozessorientierten, ethnographischen Laborforschung latourscher Prägung ist mit der Prozessualisierung und Multiplizierung von gesellschaftlichen Realitäten gelungen, einen Kontrast zum etablierten Objektverständnis soziologischer Forschung zu setzen. Dieser wurde dadurch gewonnen, dass *soziale Prozesse* nicht auf menschliche Gesellschaften reduziert wurden, sondern das Konzept der Sozialität auf menschliche und nichtmenschliche Zusammenhänge ausgedehnt wurde. Nichtmenschliche Konfigurationen gilt es dann nicht nur als neutrale „Zwischenglieder“ humangesellschaftlicher hergestellter Ordnung zu denken, sondern als handlungsmächtige Gesellschaften, als gesellschaftliche Akteure und „Mittler“ humangesellschaftlicher Wirklichkeit (vgl. Callon 1998; Latour 1991, 2007; Schillmeier 2010, 2013 a, 2013 b). Demnach lässt sich ‚Gesellschaft‘ weder auf das Machwerk menschlicher Praxis reduzieren, noch lässt sich der Mensch als Werk menschlicher Gesellschaft bestimmen. Wir Menschen sind weder Herr noch Knecht gesellschaftlicher Wirklichkeit.

Die Annahme, dass auch nichtmenschliche Objekte Eigenrealität gewinnen, mag der Grund sein, warum man all zu schnell geneigt ist, solche Black-Box-Realitäten als ‚natürlich‘ anzunehmen. Das Problem verschärft sich, da dadurch die modernistische Gewohnheit, den nichtmenschlichen Dingen Handlungsfähigkeit abzusprechen, revidiert wurde (Passoth / Peukert / Schillmeier 2012). Zu betonen ist dabei aber immer zugleich, dass Black Box-Realitäten ohne die vorausgegangen, situativen und kontroversen Konstruktionsprozessen zu keiner eigenständigen Wirk-Realität geworden wären. Letztere darf jedoch nicht mit einem zeitlosen Gegenstand verwechselt werden, der als natürlich und gegeben verstanden wird. Vielmehr durchläuft jede Black-Box-Realität eine mehr oder minder lange „Phase der Dauer und verschwindet mit dem Zerfall der Gesellschaft, aus der es emaniert“ (ebd.: 180). Das gleiche gilt für die menschlichen wie nicht-menschlichen ‚Mitglieder‘ einer solchen Gesellschaft, deren ‚Zuge-

hörigkeit‘ sich ebenfalls nicht durch zeitlose Merkmale definiert oder auf zeitlose Gegenstände verweist, sondern durch die Mittler-Praxis der beteiligten Akteure selbst hergestellt wird.

So wird deutlich, dass einerseits naturwissenschaftliches Wissen und ihre Objekte gerade nicht mit einer Realität ‚draußen‘ korrespondieren und damit auch nicht *eine* ‚Natur‘ entdecken, sondern sich als ontologisch unbestimmte, prozessuale und multiple Gesellschaften herausstellen. Andererseits zeigt sich aber auch, dass ‚Gesellschaft‘ eben kein isolierter Bereich menschlicher sozialer Praxis darstellt, der sich von anderen Realitäten (z.B. biologischen, physikalischen, wissenschaftlichen) *clare et distincte* unterscheidet. Gesellschaft ist kein gegebener Bereich, der es erlaubt, die sozialen Aspekte den biologischen, physikalischen, wissenschaftlichen usw. hinzuzufügen und dies dann ‚sozial‘ oder ‚gesellschaftlich‘ zu erklären. Ganz im Sinne von Gabriel Tarde setzt der laborethnographische Gesellschaftsbegriff voraus, „dass jedes Ding einen Gesellschaft ist und alle Phänomene soziale Tatsachen sind“ (Tarde 2009: 51; vgl. Müller in diesem Band). Mit der Reformulierung soziologischer Schlüsselbegriffe gelingt es der laborethnographischen Wissenschaftsforschung, nicht nur ein abstraktes Wissenschafts- und Objektverständnis zu hinterfragen, sondern auch die Black Box ‚Gesellschaft‘ sozialwissenschaftlicher Tradition produktiv zu problematisieren (vgl. Latour 1995, 2007).

Der feine Kontrast zu Nowotnys Wissenschaftssoziologie liegt auf der Hand. Ohne Zweifel ist Nowotnys ambitionierte Perspektive der „Co-Evolution von Wissenschaft und Gesellschaft“ eine luzide, empirisch angelegte und prozessorientierte gesellschaftswissenschaftliche Perspektive. Für Nowotny ist der Gesellschaftsbegriff jedoch nicht wie bei Latour, Whitehead oder Tarde auf menschliche und nichtmenschliche Ordnungen gleichermaßen bezogen. Vielmehr wird Gesellschaft als menschlicher Ordnung verstanden, die es erst erlaubt, die Produktion, Organisation und Diffusion von ‚entmenschlichter‘ Wissenschaft und deren Wissensobjekte zu kontextualisieren, um so die primär gesellschaftliche, d.h. menschliche Relevanz zu allererst hinzuzufügen. Hingegen werden im Sinne von Latour, Whitehead und Tarde jedwede Dinge – ob menschlich oder nicht – als aus sozialen Prozessen hervorgegangene Gesellschaften verhandelt. Unübersehbar ist auch, dass im Zuge der Dynamik gegenwärtiger Modernisierungsprozesse menschlich-nichtmenschliche Assoziationen und die Relationen zwischen den heterogenen Gesellschaftsformen länger, dichter gekoppelt, multipler, unbestimmter und kontroverser werden. Das scheint auf noch so disparate Problemzusammenhänge unserer Zeit zuzutreffen; egal ob es sich um globale ökologische Probleme, transnationale Zusammenhänge, Genomik, Groß- oder Nanotechnologien usw. handelt.

### **Nanogesellschaften**

Mit der latourschen Perspektive wird ein produktiver Kontrast zu einer „people and competence centred“ Mode-2 Analyse sichtbar, der es ermöglicht, den oben angesprochenen Mangel einer dezidiert labor- und objektzentrierten Perspektive wissenschaftlicher Praxis zu entschärfen. Wie gezeigt, lässt sich Nowotnys Kritik an der gesellschaftlichen Erklärungsarmut des mikrosoziologischen Blicks der Laborforschung nicht aufrechterhalten. Ganz im Gegenteil: Mit Latours „neuer Soziologie“ wird der soziologische Blick gesellschaftsanalytisch *realistischer*, da er die Möglichkeit eröffnet, die Prozessualität und Unbestimmtheit gesellschaftlicher Wirklichkeiten zum Ausgangspunkt der soziologischen Analyse zu machen.

Die eigene ethnographische Erfahrung im nano-medizinischen Labor bestätigt den eigenwilligen Realismus unbestimmter und multipler gesellschaftlicher Realitäten. So zeigt sich, dass sich im Nanobereich die sozialen Möglichkeiten der Dinge, mit ihrer Umwelt in Beziehung zu treten, radikal verändern. Diese Einsicht will man nutzen um u.a. wirksamerer und schonende Diagnose- und Therapieverfahren zu entwickeln. Die damit verbundenen Erwar-

tungshaltungen der Nano-Rhetorik sind immens, die bisherig erzielten Erfolge vergleichsweise moderat und die Folge-Wirkungen nanoskaliger Assoziationen weitgehend unbekannt. Der laborethnographische Fokus auf ein relativ junges Forschungsfeld wie das der Nanomedizin schärft den Blick für das Dickicht von Ungewissheiten, Unsicherheiten, Unvorhersehbaren, Fehlschlägen usw., das den Umgang mit der Analyse und der Produktion von weitgehend unbestimmten Prozessen nanoskalierter Objekte beschreibt. Die Analytik und Herstellung von Nanogesellschaften (z.B. im Sinne eines Nano-Pharmazeutikums zur Krebstherapie) zeigt sich keineswegs als die, wie auch immer komplexe, Ordnung feststehender Einheiten oder Substanzen, so wie das die Rede von „atom by atom“ suggeriert, sondern als der fragile Umgang mit umweltsensiblen, emergierenden Mittler-Konfigurationen, die oftmals den intendierten Wirkungszusammenhängen widersprechen oder diese gefährden (d.h. unwirksam oder toxisch sind).<sup>7</sup> Dies hat zur Folge, dass ein großer Teil nanomedizinische Forschungspraxis – wie andere „Experimentalsysteme“ auch (vgl. Rheinberger 2006) – die *spekulative Arbeit* an und mit hochgradig situiereten, aber nicht vorhersehbaren Problemzusammenhängen ausmacht. Spekulative Forschungsarbeit setzt sich aber nicht nur unvorhersehbaren Reaktionen und komplexen Interaktionsprozessen aus, sondern generiert diese auch selbst (ebd.).

Der für die nanoskalierte Medizin-Forschung zentrale Umgang mit noch wenig verstandenen sozialen Prozessen und gesellschaftlichen Zusammenhängen bedarf deshalb eines Forschungsinteresses, das sich den *prozesshaften und risikvollen Interaktionen* widmet, um so die emergierenden materialen „Vergesellschaftungsprozesse“, „Wechselbeziehungen“ und „Netzwerke“ heterogener (nicht-sozialer) Akteure (auch jenseits des Labors) nachzeichnen zu können. Nanomedizinische ‚Sozialität‘ verweist hier auf emergierende, skalensensible Prozesse der Interaktion, Wechselbeziehung und Übersetzung von Nano-, Mikro- und Makrozusammenhängen und daran beteiligter heterogener Akteure. Ganz im simmelschen Sinne findet sich der ethnographische, prozessorientierte nanosozilogische Blick in den unbestimmten Bedingungen und Anforderungen sich verändernden Interaktionen und Wechselwirkungen. Damit wird eine *gesellschaftswissenschaftliche* Diskussion ermöglicht, die quer zu der Unterscheidung von Natur- und Sozialwissenschaften angelegt ist und somit einen produktiven Kontrast zur Kontextualisierungspraxis von Mode-2 Analysen darstellt.

## Literatur

- Ach, J. S. / Lüttenberg, B. (Hg.) (2009): Nanobiotechnology, Nanomedicine and Human Enhancement, Berlin.
- Allhoff, F. / Lin, P. (2009): Nanotechnology & Society. Current and Emerging Ethical Issues, Dordrecht.
- Barnes, B. (1974): Scientific Knowledge and Sociological Theory, London.
- Baumgartner, C. (2006): Nanotechnologie in der Medizin als Gegenstand ethischer Reflexion: Problemfelder, Herausforderungen, Implikationen, in: A. Nordmann / J. Schummer / A. Schwarz (Hg.): Nanotechnologie im Kontext, Berlin, S. 325-343.
- Beck, U. (1986): Risikogesellschaft. Auf dem Weg in einen andere Gesellschaft, Frankfurt a.M.
- Bensaude-Vincent, B. et al. (2011): Matters of Interest: The Objects of Research in Science and Technology, in: Journal for General Philosophy of Science 42, S. 365-383.
- Bloor, D. (1976): Knowledge and Social Imaginary, London.
- Brandt, Ch. (2004): Metapher und Experiment. Von der Virusforschung zum genetischen Code, Göttingen.

---

<sup>7</sup> Ebenfalls problematisch erscheint, dass über mögliche Langzeiteffekte von nanoskalierten Therapieobjekten keine verlässlichen Daten zur Verfügung stehen.

- Brüske-Hohlfeld, I. (2008): Nanobiotechnologie aus medizinischer Sicht, in: R. J. Busch (Hg.): Nano(Bio)Technologie im öffentlichen Diskurs, München, S. 43-47.
- Busch, R. J. (Hg.) (2008): Nano(Bio)Technologie im öffentlichen Diskurs, München.
- Callon, M. (1998): An Essay on Framing and Overflowing, in: Ders. (Hg.): The Laws of the Markets Oxford, S. 244-269.
- Coenen, C. (2006): Der posthumanistische Technofuturismus in den Debatten über Nanotechnologie und Converging Technologies, in: A. Nordmann / J. Schummer / A. Schwarz (Hg.): Nanotechnologien im Kontext. Philosophische, ethische und gesellschaftliche Perspektiven, Berlin, S. 195-222.
- Costa, H.S. et al. (2011): Scientists's Perception of Ethical Issues in Nanomedicine. A Case Study, in: Nanomedicine 6, S. 681-691.
- Debaise, D. (2006): Un Empirisme Spéculative. Lecture de Procès et Réalité de Whitehead, Paris.
- Deleuze, G. / Guattari, F. (2000/1991): Was ist Philosophie?, Frankfurt a.M.
- Dewey, J. (1929): Experience & Nature, La Salle, IL.
- Doubleday, R. / Viseu, A. (2010): Questioning Interdisciplinarity: What Roles for Laboratory based Social Science, in: K. L. Kjolberg / F. Wickson (Hg.): Nano meets Macro, Social Perspectives on Nanoscale Sciences and Technologies, Singapore, S. 55-84.
- Duncan, R. / Gaspar, R. (2011): Nanomedicine(s) under the Microscope, in: Molecular Pharmaceutics 8, S. 2101-2141.
- Erlemann, M. (2010): Nanotechnologien im „Dialog“ – Partizipatorische Technikgestaltung oder Sicherung gesellschaftlicher Akzeptanz?, in: P. Lucht / M. Erlemann, / E. Ruiz Ben (Hg.), Technologisierung gesellschaftlicher Zukünfte. Nanotechnologien in wissenschaftlicher, politischer und öffentlicher Praxis, Freiburg, S. 55-73.
- Felt, U. (2010): Leben in Nanowelten: Zur Ko-Produktion von Nano und Gesellschaft, in: P. Lucht / M. Erlemann / E. Ruiz Ben (Hg.): Technologisierung gesellschaftlicher Zukünfte. Nanotechnologien in wissenschaftlicher, politischer und öffentlicher Praxis, Freiburg, S. 19-38.
- Felt, U. / Fochler, M. / Strassnig, M. (2011): Experimente partizipativer ELSA Forschung, in: E. Griebler / H. Rohrer (Hg.): Genomforschung, Politik, Gesellschaft. Perspektiven auf ethische, rechtliche und soziale Aspekte der Genomforschung, Österreichische Zeitschrift für Soziologie, Sonderhefte Band 10, S. 33-67.
- Gibbons, M. et al. (1994): The New Production of Knowledge. The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies. Los Angeles.
- Giddens, A. (1991): Modernity and Self-Identity. Self and Society in Late Modern Age, Cambridge, MA.
- Grunwald, A. (2008): Auf dem Weg in eine nanotechnologische Zukunft. Philosophisch-ethische Fragen, Freiburg – München.
- James, W. (2003/1912): Essays on Radical Empiricism, New York – London.
- Jasanoff, Sh. (1995): The Fifth Branch. Science Advisers as Policy Makers, Cambridge, MA.
- Jasanoff, Sh. (Hg.) (2004): States of Knowledge: The Co-Production of Science and the Social Order, London – New York.
- Jasanoff et al. (Hg.) (1995): Handbook of Science and Technology Studies, London – Thousand Oaks, S. 140-166.
- Kaiser, M. et al. (Hg.) (2010): Governing Future Technologies. Nanotechnology and the Rise of an Assessment Regime, Dordrecht.
- Knorr, K. (1977): Producing and Reproducing Knowledge: Descriptive or Construction? Toward a Model of Research Production, in: Social Science Information 16, S. 669-696.
- Knorr-Cetina, K. (1982): The Constructivist Programme in the Sociology of Science: Retreats or Advances?, in: Social Studies of Science 12, S. 320-24.
- Knorr-Cetina, K. (1984): Die Fabrikation der Erkenntnis, Frankfurt a.M.

- Knorr-Cetina, K. (1995): Laboratory Studies. The Cultural Approach to the Study of Science, in: Sh. Jasanoff et al. (Hg.): *Handbook of Science and Technology Studies*, London – Thousand Oaks, S. 140-166.
- Köchy, K. / Norwig, M. / Hofmeister, G. (Hg.) (2008): *Nanobiotechnologien. Philosophische, anthropologische und ethische Fragen*, Freiburg – München, S. 175-202.
- Kurath, M. / Kaiser, M. (2010): Fragile Disziplinen: Identitäts-Diskurse und Transformationsprozesse in den Nanowissenschaften und Nanotechnologien, in: P. Lucht / M. Erlemann / E. Ruiz Ben (Hg.): *Technologisierung gesellschaftlicher Zukünfte. Nanotechnologien in wissenschaftlicher, politischer und öffentlicher Praxis*, Freiburg, S. 93-108.
- Latour, B. (1987): *Science in Action. How to Follow Scientists and Engineers through Society*, Cambridge, MA.
- Latour, B. (1988): *The Pasteurization of France*, Cambridge, MA – London.
- Latour, B. (1991): Where are the Missing Masses. *Sociology of a Few Mundane Artefacts*, in: W. Bijker, / J. Law (Hg.): *Shaping Technology-Building Society. Studies in Sociotechnical Change*, Cambridge.
- Latour, B. (1995): *Wir sind nie modern gewesen. Versuch einer symmetrischen Anthropologie*, Berlin.
- Latour, B. (2007): *Eine neue Soziologie für eine neue Gesellschaft*, Frankfurt a.M.
- Latour, B. (2012): *On the Modern Cult of the Factish Gods*, Durham – London.
- Latour, B. / Woolgar, S. (1986): *Laboratory Life. The Construction of Scientific Facts*, Princeton.
- Law, J. (Hg.) (1986): *Power, Action and Belief: A New Sociology of Knowledge?* London.
- Law, J. (Hg.) (1991): *A Sociology of Monsters. Essays on Power, Technology and Power*, London.
- Law, J. (2004): *After Method. Mess in Social Sciences*, London – New York.
- Law, J. / Hassard, J. (Hg.) (1999): *Actor Network Theory and After. Sociological Review Monographs*, Oxford.
- Lucht, P. / Erlemann, M. / Ruiz Ben, E. (Hg.) (2010): *Technologisierung gesellschaftlicher Zukünfte. Nanotechnologien in wissenschaftlicher, politischer und öffentlicher Praxis*, Freiburg.
- Lynch, M. (1993): *Scientific Practice and Ordinary Action. Ethnomethodology and Social Studies of Science*, Cambridge, MA.
- Merz, M. (2010): Reinventing a Laboratory: Nanotechnology as a Source for Organizational Change, in: M. Kaiser et al. (Hg.): *Governing Future Technologies. Nanotechnology and the Rise of an Assessment Regime*, Dordrecht, S. 3-19.
- Mol, A. (2002): *The Body Multiple. Ontology in Medical Practice*, Durham.
- Nordmann, A. (2006): Personalisierte Medizin? Zum Versprechen der Nanomedizintechnik, in: *Hessisches Ärzteblatt* 67, S. 331-333.
- Nordmann, A. (2007): Knots and Strands. An Argument for Productive Disillusionment, in: *Journal of Medicine and Philosophy*, 32, S. 217-236.
- Nordmann, A. (2008): Mit der Natur über die Natur hinaus?, in: K. Köchy / M. Norwig / G. Hofmeister (Hg.): *Nanobiotechnologien. Philosophische, anthropologische und ethische Fragen*, Freiburg – München, S. 131-147.
- Nordmann, A. (2009): Philosophie der Nanotechnowissenschaft, in: S. Gammel / A. Lösch / A. Nordmann: *Jenseits von Regulierung: Zum politischen Umgang mit der Nanotechnologie*, Heidelberg, S. 122-148.
- Nordmann, A. (2010): Enhancing Material Nature, in: K.L. Kjølberg / F. Wickson (Hg.): *Nano meets Macro: Social Perspectives on Nanoscale Sciences and Technologies*, Singapur, S. 283-306.
- Nordmann, A. / Schummer, J. / Schwarz, A. (Hg.) (2006): *Nanotechnologien im Kontext. Philosophische, ethische und gesellschaftliche Perspektiven*, Berlin.
- Nowotny, H. (1982): Leben im Labor und Draußen: Wissenschaft ohne Wissen?, in: *Soziale Welt* 33, S. 208-220.

- Nowotny, H. (2000): Transgressive Competence: The Changing Narrative of Expertise, in: *European Journal of Social Theory* 3, S. 5-21.
- Nowotny, H. / Scott, P. / M. Gibbons (2001): *Rethinking Science. Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*, London.
- NSF (2002): *Converging Technologies for Improving Human Performances*, in: [http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/Report/NBIC\\_report.pdf](http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/Report/NBIC_report.pdf), letztes Abrufdatum: 26.04.2014.
- NSTC (1999): *Nanotechnology: Shaping the world atom by atom*, in: National Science & Technology Council, Committee on Technology, The Interagency Working Group on Nanoscience, Engineering, & Technology, Washington DC.
- Passoth, J. H. / Peukert, B. / Schillmeier, M. (Hg.) (2012): *Agency without Actors. New Approaches to Collective Action*, London – New York.
- PourGashtasbi, G. (2012): *Boundary Work – Zum Verhältnis der Wissens- und Objektgenese in der nanomedizinischen Forschung*, München.
- Rheinberger, H.-J. (2006): *Experimentalsysteme und epistemische Dinge. Eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas*, Frankfurt a.M.
- Roco, M.C. / Bainbridge, W.S. (Hg.) (2003): *Converging Technologies for Improving Human Performance. Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*, Dordrecht.
- Schaper-Rinkel, P. (2010): *Nanotechnologienpolitik: The Discursive Making of Nanotechnology*, in: P. Lucht / M. Erlemann / E. Ruiz Ben (Hg.): *Technologisierung gesellschaftlicher Zukünfte. Nanotechnologien in wissenschaftlicher, politischer und öffentlicher Praxis*, Freiburg, S. 39-53.
- Schillmeier, M. (2009): *Jenseits der Kritik des Sozialen*, in: G. Tarde: *Monadologie und Soziologie*, Frankfurt a.M., S. 109-153.
- Schillmeier, M. (2010): *Rethinking Disability. Bodies, Senses and Things*, London – New York: Routledge.
- Schillmeier, M. (2012): *Science, Cosmopolitics and the Question of Agency. Kant's Critique and Stengers' Event*, in: J.H. Passoth / B. Peukert / M. Schillmeier (Hg.): *Agency without Actors. New Approaches to Collective Action*, London – New York, S. 31-53.
- Schillmeier, M. (2013): *Realities to Be/come. On Cosmopolitics*, in: *Informática na Educacao, teoria & practica* 16, S. 101-122.
- Schröpfer, A. (2012): *Fiktive und spekulative Objekte. Zur Wissens- und Technikgenese nanomedizinischer Forschung am Beispiel der Arthrose-Forschung*. München.
- Schummer, J. / Baird, D. (2006): *Nanotechnology Challenges. Implications for Philosophy, Ethics and Society*, New Jersey.
- Simondon, G. (2012/1958): *Die Existenzweise technischer Objekte*, Zürich.
- Souriau, E. (2009/1943): *Les différents modes d'existence: Suivi de du mode d'existence de l'œuvre à faire*, Paris.
- Stengers, I. (1997): *Power and Invention. Situating Science*, Minneapolis.
- Stengers, I. (2000): *The Invention of Modern Science*, Minneapolis.
- Stengers, I. (2010): *Cosmopolitics I*, Minneapolis – London.
- Stengers, I. (2011): *Cosmopolitics II*, Minneapolis – London.
- Stengers, I. (2012): *Thinking with Whitehead. A Free and Wild Creation of Concepts*, Cambridge, MA – London.
- Tarde, G. (2009/1893): *Monadologie und Soziologie*, Frankfurt a.M.
- Tibbals, H. F. (2011): *Medical Nanotechnology and Nanomedicine*, Boca Raton – London – New York.
- Voss, J.P. / Bauknecht, D. / Kemp, R. (2006) (Hg.): *Reflexive Governance for Sustainable Development*, Cheltenham.

- Whitehead, A.N. (1967/1933) *Adventures of Ideas*. New York.
- Whitehead, A.N. (1968/1938) *Modes of Thought*. New York.
- Whitehead, A.N. (1971/1933) *Abenteuer der Ideen*. Frankfurt a.M.
- Whitehead, A.N. (1978/1929) *Process and Reality. An Essay in Cosmology*. New York.
- Whitehead, A.N. (1987/1929) *Prozess und Realität. Entwurf einer Kosmologie*. Frankfurt a.M.
- Whitehead, A.N. (2000/1920): *Concept of Nature*, Cambridge, MA.
- Zöller, K. (2008): *Nanotechnologien in Medizin und Gesundheitswesen – Chancen und Risiken im Diskurs mit jungen Erwachsenen (Jugendforen Nanomedizin)*, in: R. Busch (Hg.): *Nano(bio)technologie im öffentlichen Diskurs*, München, S. 210-232.