

Ulrike Felt

Leben in Nanowelten:
Zur Ko-Produktion von Nano und
Gesellschaft

September 2009

PREPRINT

Department of Social Studies of Science
University of Vienna

preprint

STS
2009

Copyright

You are allowed to download this paper for personal use only. This paper must not be published elsewhere without the author's explicit permission. The paper must not be used for commercial purposes.

The final, definitive version of this paper will be published in Petra Lucht, Martina Erlemann and Esther Ruiz Ben (eds.) (forthcoming 2009). *Technologisierung gesellschaftlicher Zukünfte. Nanotechnologien in wissenschaftlicher, politischer und öffentlicher Praxis*. Herbolzheim: Centaurus Verlags-GmbH & Co.
Please cite, if possible, this final version of the article.

If only the preprint is available, you should cite this paper in the following way:
Ulrike Felt (2009): *Leben in Nanowelten: Zur Ko-Produktion von Nano und Gesellschaft*
Published by the Department of Social Studies of Science, University of Vienna,
September 2009. Available at <http://sciencestudies.univie.ac.at/publications>

Address for correspondence:

Ulrike Felt
Department of Social Studies of Science
University of Vienna
Sensengasse 8/10
A-1090 Vienna, Austria
T: ++43 1 4277 49611
E-Mail: ulrike.felt@univie.ac.at

<http://sciencestudies.univie.ac.at>

Leben in Nanowelten:

Zur Ko-Produktion von Nano und Gesellschaft¹

Ulrike Felt

Es gab bislang „nichts Vergleichbares in der Geschichte der Naturwissenschaften“, hob ein jüngst in der renommierten Zeitschrift *Nature* (2007) erschienenes Editorial zum Thema Nanotechnologien und Gesellschaft mit Nachdruck hervor. Damit wird nicht etwa – wie man annehmen könnte – auf das techno-ökonomische Potential von Nanotechnologien in ihren vielfältigen Umsetzungsformen verwiesen. Vielmehr bezieht sich diese Beobachtung zum einen auf die Fülle von Wissenschaftler- und Bürgergruppen in Europa, den USA und Australien, die über Nanotechnologien „in breit angelegten Übungen öffentlicher Beteiligung“ beraten haben. Zum anderen wird der Moment, in dem dies passiert, hervorgehoben: Noch nie zuvor sei an so einem frühen Zeitpunkt im Innovationsprozess eine öffentliche Diskussion zu sozialen und ethischen Konsequenzen dieser Forschung in so breiter Weise geführt worden.

Nicht zuletzt geschieht dies, da die Entwicklungen im Kontext von Nanotechnologien bzw. Nanowissenschaften – im folgenden auch kurz „Nano“ genannt² – scheinbar unvermeidlich durch die Brille rezenter Erfahrungen in den Biowissenschaften und insbesondere in der grünen Gentechnik betrachtet werden. Die deutliche Ablehnung von genetisch veränderten Organismen durch breite Segmente der Öffentlichkeit wird vor allem auf politischer Ebene als ein traumatisches Erlebnis beschrieben. Nach bedeutenden finanziellen Investments in Forschung und Entwicklung und zu einem Zeitpunkt, zu dem die Umsetzung bereits in vollem Gange war, wurde diese von zahlreichen wissenschaftlich/ökonomischen Akteuren als vielversprechend eingeschätzte technologische Möglichkeit öffentlich in Frage gestellt und boykottiert. Dies wurde in Analysen von politischer Seite immer wieder auf eine verspätete und nicht angemessene Kommunikation der Möglichkeiten grüner Gentechnik zurückgeführt und als Beispiel dafür angesehen, dass neue Formen von wesentlich verteilterem Regieren und Regulieren (kurz neue Formen von Governance) gefordert sind. (Kearnes et al. 2006; Mehta 2004; UNESCO 2006) Für die Nanotechnologien wollte man also dafür Sorge tragen, dass es zu keiner Wiederholung kommt. Aus diesem Erfahrungszusammenhang heraus sollte für Nano der Versuch unternommen werden, die gesellschaftliche Auseinandersetzung mit dieser Innovation zu einen früheren Zeitpunkt stattfinden zu lassen, also das Format des „*upstream engagements*“ mit Wissenschaft (Wilsdon & Willis 2004) zu wählen, – wobei man die hinter dieser Metapher liegende Vorstellung eines linearen „Innovationsflusses“ durchaus kritisch betrachten könnte. Dies bedeutet konkret, dass Entwicklungen möglichst früh breit diskutiert werden sollten. Eine solche Herangehensweise würde – so die Hoffnungen und Erwartungen –

¹ Dieses Paper wurde im Rahmen des Projektes „Making Futures Present: On the Co-Production of Nano and Society“ gefördert vom österreichischen Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (P20819) geschrieben.

² In einem späteren Teil des Artikels wird es von Interesse sein, die Unterbestimmtheit und Multiplizität des Begriffes „Nano“ und die daraus resultierenden Konsequenzen zu reflektieren.

gegenüber klassisch eingeübten Mechanismen des Umgangs mit neuen technowissenschaftlichen Entwicklungen, die Möglichkeit bieten, breitere Fragen zu stellen wie: „Wem nützen solche Innovationen?“ oder „Welche Vorstellungen von Gesellschaft sind in ihnen inhärent bzw. werden durch sie verwirklicht?“, ohne mit bereits fertigen Entwicklungen und Produkten konfrontiert zu sein. Damit könnten noch Weichenstellungen vorgenommen werden, jenseits einer dichotomen ja/nein Diskussion, mit dem schlussendlichen Ziel, ein langfristig stabileres Umfeld für Nano zu schaffen.

Ohne hier näher auf die Fundiertheit des Vergleiches zwischen Bio und Nano eingehen zu wollen (es gibt eine Reihe grundlegend unterschiedlicher Sachlagen in diesen beiden Feldern, die den oft gemachten direkten Vergleich eher fraglich wirken lassen), scheinen die sehr große Variationen zwischen verschiedenen nationalen Kontexten, sowohl was die Form, den Zeitpunkt als auch die Intensität der Auseinandersetzungen angeht von großem Interesse. Während in den USA, den Niederlanden oder in Großbritannien, um nur drei Beispiele zu nennen, größere Programme der Begleitforschung sowie öffentliche Partizipationsmöglichkeiten an der Diskussion von politischer Seite ins Leben gerufen wurden, blieben andere Länder, wie etwa Österreich, eher zurückhaltend was eine breitere Diskussion betrifft.³ Diese Unterschiede liessen sich zum einen auf die Existenz unterschiedlicher „civic epistemologies“ (Jasanoff, 2005), also auf Differenzen in den Arten und Weisen wie in spezifischen Gesellschaften kollektive Entscheidungen auf techno-wissenschaftlichem Wissen basierend herbeigeführt werden, zurückführen, zum anderen könnte man darin den Hinweis auf differente techno-politischen Kulturen (Felt et al. 2009b) sehen. Gerade letzteres würde dann etwa das Fallbeispiel Österreich erklären können, welches in den Bereichen Bio und Nano fundamental unterschiedliche Herangehensweisen aufweist.

Insgesamt bleibt aber die Frage, wieso gerade dieses Thema einen solchen Stellenwert in der wissenschaftspolitischen und in unterschiedlichem Ausmaß in der öffentlichen Diskussion zugewiesen bekommt. Was macht Nano so bedeutungsvoll, sowohl für mediale Berichterstattung, sozialwissenschaftlich-ethische Analysen oder aber auch partizipative Verfahren? Wieso sind Politiker dazu bereit, sowohl auf nationaler als auch europäischer Ebene in eine gesellschaftliche Auseinandersetzung mit diesen neuen Entwicklungen zu investieren?

Aus der Perspektive der Wissenschaftsforschung⁴ – also aus einer sozialwissenschaftlich orientierten Sichtweise – stellen sich in der Auseinandersetzung mit Nano und Gesellschaft in dem eben skizzierten Kontext eine Fülle von Fragen. Dabei geht es darum, eine ausschließlich bzw. vor allem auf Risiko ausgerichtete Perspektive zu verlassen und die rund um Nano stattfindenden Prozesse als versuchte Gesellschaftsgestaltung durch techno-wissenschaftliche Innovationen zu verstehen und zu analysieren. Es werden also die Spezifitäten *dieser* techno-wissenschaftlichen Entwicklung in

³ In Rossini & Pohl (2009) ist eine Zusammenstellung internationaler ESLI-Projekte im Nano Bereich zu finden.

⁴ Wissenschaftsforschung (im Englischen auch als Science and Technology Studies, STS, bezeichnet) ist ein relativ junges, interdisziplinäres sozialwissenschaftliches Forschungsfeld, welches sich zum Ziel gesetzt hat, zum Verständnis der komplexen und vielschichtigen Wechselwirkungen zwischen Wissenschaft, Technik und Gesellschaft einen wesentlichen Beitrag zu leisten. Dabei wird einerseits der Einfluss untersucht, den soziale, ökonomische, politische und ideologische Kontexte auf die Art und Weise wissenschaftlicher Erkenntnisproduktion haben, also wie Gesellschaft Wissenschaft und Technik formt. Andererseits geht es darum, zu analysieren, wie wissenschaftlich-technische Entwicklungen unser Denken, unser Wahrnehmen und unser Leben in dieser Gesellschaft gestalten.

den Fokus genommen, wobei gleichzeitig Nano auch als Fallbeispiel für den sich wandelnden gesellschaftlichen Umgang mit techno-wissenschaftlichen Veränderungen gesehen wird. Nach einer kurzen Darstellung des diesem Essay zugrunde liegenden Verständnisses der Relationen von Technowissenschaft und Gesellschaft, werden drei zentrale Analyseperspektiven des Phänomens Nano beispielhaft herausgearbeitet, zu denen die Sozialwissenschaften Beiträge leisten können/sollten bzw. sie in Ansätzen schon geleistet haben. Dadurch soll aber auch deutlich gemacht werden, dass Nano ein ausgezeichnetes Fallbeispiel bietet um zu einem weit über die spezifischen Konstellationen hinausgehenden Verständnis des kontemporären Wandels der Beziehungen von Wissenschaft, Technik und Gesellschaft zu gelangen. Dabei soll in einem ersten Schritt Nano als ein Feld betrachtet werden, in dem es nicht nur um das zukünftige Potenzial dieser techno-wissenschaftlichen Innovationen geht, sondern auch um die potentiellen Zukünfte, die damit einhergehen. Hier sind die zentralen Fragen: Wie werden diese Zukünfte konstruiert und welche Bedeutung besitzen sie im Kontext von Nano? Im zweiten Fokus steht das „Label“ Nano selbst und die notorische Schwierigkeit, das greifbar zu machen, was unter diesem Begriff subsummiert wird. Unsere Aufmerksamkeit wird somit auf die Multiplizität dieses „Objektes“ Nano gerichtet sein, um der Frage nachzugehen, was dies für den wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Umgang mit Nano bedeutet. Schließlich stellt sich dann im Zusammenhang mit den bereits erwähnten Versuchen des „upstream engagement“ in Sachen Nano die Frage, welche Modelle der Governance von Wissenschaft und Technik hier implizit und explizit angedacht und zum Teil schon umgesetzt sind und welche Konsequenzen diese für Wissenschaft und Gesellschaft haben. Dadurch soll aufgezeigt werden, wie schwierig es ist, dieses Phänomen „Nano“ zu fassen, worin einige der impliziten Agenden in dieser Debatte bestehen, aber auch wo wesentliche gesellschaftspolitische Herausforderungen zu verorten sind.

Zur Ko-Produktion von Nano und Gesellschaft

In den 1980er Jahren prägte der US-amerikanische Technikhistoriker Thomas Huges (1986) den Begriff des „nahtlosen Gewebes“, womit er in einer durchaus treffenden Weise versuchte, die untrennbare Verwobenheit aus Wissenschaft, Technik und Gesellschaft zu beschreiben. Indem er diese Metapher des Gewebes, also gewissermaßen des Stoffes aus dem eine Zeit gemacht ist, mit dem Adjektiv nahtlos kombiniert, versucht er zum Ausdruck zu bringen, dass wir keine bevorzugte Richtung ausmachen können, dass also sowohl Gesellschaft Technik gestaltet, aber auch Technik die Gesellschaft. Dies hat gerade in den letzten Jahren zu einer Fülle von Diskussionen in der Wissenschaftsforschung geführt, die sich unter anderem entlang von Konzepten der Ko-Produktion (Jasanoff 2004) oder der Ko-Evolution (Gibbons et al. 1994) von Wissenschaft, Technik und Gesellschaft bewegt haben. Dabei bringt Jasanoff dies besonders nachdrücklich auf den Punkt, indem sie hervorhebt, dass „die Art und Weisen, wie wir wissen und die Welt (sowohl Natur als auch Gesellschaft) repräsentieren, untrennbar damit verknüpft sind, wie wir entscheiden in ihr zu leben. Wissen und seine materiellen Verkörperungen sind also gleichzeitig Produkte sozialer Arbeit und konstitutiv für die Formen sozialen Lebens.“ (Jasanoff 2004, 2-3) Somit müssen wir Wissensproduktion, aber vielmehr noch Technologieproduktion immer schon als „Ergebnis“ unserer Lebensweise verstehen, quasi als eingewoben in unsere gesellschaftlichen Praktiken und Denkweisen, ebenso wie die Gesellschaft, deren Teil wir sind, von unserem Wissen

geformt wird. Wissenschaft und Technologie sind damit untrennbar mit Bedeutungszuschreibungen, Werteordnungen und Machtverhältnissen verwoben.

Diese Verquickung von Technowissenschaft und Gesellschaft, und was dies insbesondere für Forschung selbst bedeutet, wurde in den Arbeiten von Gibbons, Nowotny und Koautoren zum Thema gemacht (Gibbons et al. 1994; Nowotny et al. 2001). Sie argumentieren für ein ko-evolutives Verständnis von Wissenschaft und Gesellschaft mit besonderem Verweis auf die Tatsache, dass durch die immer enger werdende Verknüpfung von Wissenschaft und Gesellschaft auch die Wissensproduktion einen Wandel erfahren hätte. Unter der Bezeichnung „Mode 2“ beschreiben die Autoren eine Ausweitung des Forschungsprozesses, in dem stärker denn je „Entdeckung, An- und Verwendung eng miteinander verknüpft sind“ (Gibbons et al. 1994: 46). Darüber hinaus konstatieren sie eine projektbezogene Aufweichung der Disziplinengrenzen, eine Temporalisierung der Forschung – stärkere Organisation in Form von Projekten und Programmen, engere Zeithorizonte was die ökonomischen Erwartungen betrifft, sowie eine bedeutendere Fluktuation der Forscher als Träger des Wissens – aber auch sich wandelnde experimentelle Prozesse, die zunehmend „von Grundsätzen des Designs geleitet werden, die ursprünglich in den industriellen Prozessen entwickelt wurden.“ (Gibbons et al. 1994: 19) Vor allem aber beschreiben die Autoren die Verschiebung des Fokus des wissenschaftlich-technischen Unternehmens von einem „scientifically sound“ zu einem „sozial robusten“ Wissen (Nowotny et al. 2001), ein Begriff, welcher quasi symbolisch die stärkere Kontextbezogenheit und die neuen Formen der gesellschaftlichen Verteilung von Wissen zum Ausdruck bringen soll.

Sowohl das von Jasanoff entwickelte Konzept der Ko-Produktion von Wissenschaft und Gesellschaft, als auch die Analysen von Nowotny et al. zur Veränderung der Forschung durch ihre stärkere Verquickung mit Gesellschaft, sind wesentliche Rahmungen, um das Phänomen Nano und seine gesellschaftliche Bedeutung zu verstehen. Wie sich die Verwobenheit von Technowissenschaft und Gesellschaft manifestiert und wie diese in einer Analyse zu berücksichtigen ist, soll nun an drei ausgewählten Blickwinkeln auf Nano deutlich gemacht werden.

Making futures present: Nano als „Übungslabor“ für eine Soziologie der Erwartungen

Um die gesellschaftliche Bedeutung techno-wissenschaftlicher Innovationen in ihrer Komplexität und Tragweite einschätzen zu können, ist es von zentralem Interesse, einen Blick auf die Verhandlungen über deren zukünftiges Potential zu werfen. Zahlreiche Studien haben in den letzten Jahren darauf verwiesen, dass unsere Ausrichtung auf die Zukunft längst nicht mehr auf einem einfachen Fortschrittsglauben beruht, wie wir diesen noch bis in die 1970er Jahre antreffen konnten (siehe etwa Adam & Groves 2007). Während man bis zu diesem Zeitpunkt davon ausging, dass jegliches Investment in wissenschaftlich-technische Innovation immer auch – wenngleich in unterschiedlichem Grad – gesellschaftlichen Fortschritt mit sich bringen würde, so wird heute früher denn je auch im Bereich der Grundlagenforschung eingefordert, eine Vorstellung über möglich Anwendungszusammenhänge mitzudenken (Nowotny & Felt 1997). Auch von Seiten der Politik werden wesentlich fokussiertere Förderstrategien zur Anwendung gebracht, die zumeist mit gesellschaftlichen (ökonomischen) Erwartungen – wenngleich bisweilen sehr lose – verknüpft werden. Damit

könnte man durchaus in den Raum stellen, dass stärker denn je im Wissenschaftsbetrieb explizit eingefordert wird, nicht nur Wissen zu produzieren, sondern damit verknüpft auch entsprechende Zukünfte mit zu entwickeln. Es geht also um eine „Vergegenwärtigung der Zukunft“, die dann gleichzeitig als offen und responsfähig auf menschliche Interventionen gesehen wird (siehe Gibbons et al. 1994, Nowotny et al. 2001). Dies bedeutet aber auch, dass die Gegenwart gewissermaßen aus dem Blickfeld gerät und weitgehend auf die Rolle der Produzentin von Zukunft reduziert wird. Die Debatten um Nano sind hierfür ein exzellentes Beispiel, denn in der Geschichte dieses Feldes spielten von Anfang an Utopien und Dystopien eine ganz zentrale Rolle. Es ging immer auch darum, mögliche Zukünfte in einen gegenwärtigen Gestaltungsraum hereinzuholen, sie als Ressource zu nutzen bzw. über sie zu verhandeln.

Diese Zukunftskonstruktionen sind nun nicht nur als eine marginale Begleiterecheinung des wissenschaftlich-technischen „Kerngeschäfts“ zu verstehen, sondern sie zeigen eine performative Wirkung, sind Ressource (Felt 2007) und Projektionsfläche für mögliche Entwicklungen. Es gilt also zu verstehen, wie sich die an Nano gerichteten Erwartungen in und auf die Entwicklung des Feldes auswirken, aber auch umgekehrt, wie bestimmte Weiterentwicklungen immer auch spezifische Zukunftsvorstellungen mit sich bringen. Dies wird etwa deutlich, wenn man die Ansichten von Mihail Rocco, einem der zentralen Protagonisten des US-amerikanischen Nanotechnologie-Programmes, betrachtet, die er gemeinsam mit William Bainbridge 2002 in seiner Studie ausformulierte. Dabei wird nicht nur die technologische Bedeutung von Nano hervorgehoben, sondern eine „*more efficient societal structure*“, (Rocco/Bainbridge 2002, 281) die über nanotechnologische Umsetzungen herbeizuführen wäre als Ziel formuliert. Es geht also nicht darum, Innovationen in die bestehende Gesellschaft einzupassen, sondern durch Nano-Entwicklungen eine effizientere – wobei die genaue Bedeutung dieses Begriffs weitgehend ungeklärt bleibt – Gesellschaft zu schaffen.

Es wäre daher aufschlussreich, die Entwicklungen rund um Nano durch die Brille einer „Soziologie der Erwartungen“ zu betrachten, um so die Verquickung von Erwartungen, Handlungspotentialen und tatsächlich gesetzten Handlungen besser zu verstehen (Brown et al. 2000; Brown & Michael 2003). Aus der bereits existierenden, jedoch auf andere Bereiche bezogenen Literatur, können wir unsere Aufmerksamkeit auf zwei interpretative Register lenken, mit denen Menschen Wandel konzeptualisieren und sich diesbezüglich eine Position erarbeiten. Zum einen geht es darum zu verstehen, wie Zukunft in der Vergangenheit repräsentiert war, in welcher Weise und zu welchem Grad sich diese „vergangene Zukunft“ verwirklichen konnte, aber auch, wie sich diese von den jetzigen Zukunftsentwürfen unterscheidet bzw. welche Parallelen sich herstellen lassen. Es geht also um das, was Brown und Michael (2003) so treffend „*retrospecting prospects*“ nennen. Zum anderen gilt unsere Aufmerksamkeit der möglichen Verwendung von Erinnerungen an vergangene Zukünfte, um zu analysieren, wie diese in der Herausbildung und argumentativen Festigung gegenwärtiger Zukunftskonstruktionen zum Einsatz gelangen. Dies nennen die Autoren dann „*prospecting retrospects*“.

Ein kleines Beispiel für den eben beschriebenen Mechanismus zeigt sich in der Risikodebatte rund um die Möglichkeiten gesundheitlicher Schädigung etwa durch das Einatmen von sogenannten Nanoröhrchen (*nanotubes*). Diese werden auf Grund ihrer Leichtigkeit bei gleichzeitiger Festigkeit und elektrischer Leitfähigkeit als sehr zukunftssträftig angesehen und zwar in vielen Anwendungszusammenhängen.

Gleichzeitig taucht in der öffentlichen Risikodiskussion immer wieder der Vergleich mit Asbest auf. Auch hier hatte man sehr lange den Glauben gehegt, einen Zukunftsstoff, eine „Wunderfaser“, gefunden zu haben, bis man über die Jahre feststellen musste, dass diese durchaus massive gesundheitliche Schädigungen bei Menschen auslöst.⁵

Eine zweite – wesentlich weiter reichende Frage – in diesem Zusammenhang wäre natürlich auch das Lernen für Nano aus der Analogie mit „Bio“, was gerade im Politikdiskurs, wie eingangs erwähnt, große Aufmerksamkeit erhält. Hier wird versucht aufzuzeigen, wie eine vielversprechende vergangene Zukunft quasi verspielt wurde und wie aus den Fehlern – die häufig auf der Ebene der Kommunikation angesiedelt werden – für die Diskussion über Nano gelernt werden sollte. Dass eine solche Analogiesetzung ihre Tücken hat und keineswegs einfach vorgenommen werden kann, haben etwa Sandler und Kay (2006) oder Kearnes mit Koautoren (2006) argumentiert.

Die mit einer Kultur der Zukunftskonstruktion zusammenhängenden Mechanismen zu beobachten und zu verstehen, ist von besonderer Bedeutung, wenn man davon ausgeht, dass diese gerade in entstehenden Feldern wie Nano eine wesentliche Rolle spielen. Verschiedene Akteure, von staatlichen Einrichtungen bis zu unterschiedlichsten ökonomischen Akteuren, investieren in Forschung und technologische Entwicklung eben auf der Basis weitreichender Erwartungen an die Realisierung einer von ihnen imaginierten Zukunft. Und es sind diese breiteren Visionen, diese potentiellen Abenteuer in ganz neuen Möglichkeitswelten, welche dann auch die Anziehungskraft von Feldern wie Nano ausmachen. Dabei darf aber auch nicht aus dem Auge verloren werden, dass diese Erwartungen, die die technologischen Entwicklungen ständig neu rahmen und formen, einem kontinuierlichen Prozess des Getestet-Werdens ausgesetzt sind. So sind eben etwa Medien nicht nur als Berichterstatter zu verstehen, sondern auch als eine Art „Laboratorium“, in dem die entworfenen Zukünfte auf ihre „gesellschaftliche Tauglichkeit“ hin getestet werden (Oudshoorn 2003). Aber auch die bereits eingangs angesprochenen Bürgerbeteiligungsverfahren oder die vielerorts organisierten öffentlichen Debatten zu Nano und Gesellschaft sind als solche Laboratorien zu verstehen. Zukunft wird damit durch ein „Feld von Sprache, Praxis und Materialität“ konstituiert, ein Feld, in dem es immer auch um die Auseinandersetzung darüber geht, wer das Recht hat, sich am Entwerfen von Szenarien für nähere und fernere Zukünfte zu beteiligen (Brown et al. 2000).

Viele dieser Facetten konnten in den Frühphasen der Nanoentwicklung (auch wenn sie noch nicht immer als solche bezeichnet wurden) beobachtet werden. Vor allem in einem 2002 aufgedeckten Betrugsfall im Bereich der Nano-Forschung wurde mit Nachdruck deutlich, wie stark diese Erwartungen in eine von technowissenschaftlichen Innovationen getragene Zukunft, „die gerade um die Ecke steht“, sind und wie diese erst den Betrug in diesem Umfang und in dieser Form gewissermaßen möglich gemacht haben (Felt 2005). Und es wurde deutlich, dass Zukunft zu einem Gut wird, welches auf dem „Markt der Versprechungen“ (Felt 2007) gehandelt wird. Wir können damit eine Art von „Ökonomie der technowissenschaftlichen Versprechungen“ beobachten, die im Grunde ein Charakteristikum von technologischem Wandel und Innovation geworden ist (Felt & Wynne 2007) und ihre Ressourcen eben

⁵ Siehe z.B. Poland et al. (2008) für eine rezente Diskussion zur Gefährlichkeit von *nanotubes* für die Gesundheit, wobei auch hier explizit der Vergleich zu Asbest gezogen wird.

aus der Offenheit und den Unsicherheiten dieser Zukünfte sowie aus den sich multiplizierenden Fiktionen bezieht.

Damit bedeutet Nano als ein gesellschaftlichen Phänomen zu verstehen auch eine sorgfältige Analyse des Spiels mit der Zukunft, seiner Objekte, der beteiligten Wertesysteme und der involvierten Akteure. In diesem Kontext ist es dann aber auch von Bedeutung, sich die Frage zu stellen, wie vergangene Zukünfte aussahen – etwa im Bereich der Gentechnik, aber auch in anderen Sektoren – und wie diese dann im Sinne von „prospecting retrospect“ genutzt werden, um die Zukunft von Nano einzuschätzen, nur bestimmte Entwürfe zuzulassen und andere zu verwerfen. In diesem Kontext ist es zudem wesentlich, das Spannungsverhältnis zwischen Nano als globales Phänomen und den sehr unterschiedlichen lokaleren Einschreibungen zu verstehen. Wie bereits eingangs festgestellt, findet nämlich die öffentliche Auseinandersetzung mit Nano in durchaus unterschiedlicher Weise und Intensität statt, was auch auf differierende techno-politische Kulturen (Felt et al. 2009b) und deren Umgang mit Innovationen Rückschlüsse erlauben würde.

Die Multiplizität von Nano – oder wie „fange“ ich ein Objekt ein, das sich immer anders manifestiert

In der Diskussion um Nano wird aber sehr schnell offensichtlich, dass der Begriff in sich selbst amorph, nur schwer zu fassen ist und sich einer Annäherung ständig entzieht. Zur Herkunft von Nano wird gerne Richard Feynman mit seiner 1959 gehaltenen Rede „There’s Plenty of Room at the Bottom“ zitiert.⁶ Dieser Verweis auf das Unererschlossene ist somit Ausdruck einer Hoffnung auf einen neuen Raum und damit auf völlig neue, noch ungeahnte Gestaltungsmöglichkeiten. Was Feynman als Vision formulierte und Forscher wie Drexler (1987) in weitreichende, wenngleich fiktional anmutende, technologische Umsetzungsideen verwandelten, wird zum ersten Mal Ende der 1980er Jahre für eine breite Öffentlichkeit sichtbar gemacht. Forschern vom IBM Almaden Research Center in San Jose war es gelungen, 35 einzelne Xenon-Atome auf einer Nickelplatte so zu gruppieren, dass sie das IBM-Logo bildeten. In diesem Moment wurde somit der „Beweis“ angetreten, dass es im Prinzip möglich wäre, kontrolliert Atome und Moleküle anzuordnen, was ganz neue, ungeahnte Möglichkeiten eröffnen könnte.

Die Bezeichnung Nano als etwas scheinbar klar Definier- und Abgrenzbares begann sich aber erst in den 1990er Jahren festzumachen und wird dabei vielfach mehr oder minder als geschickte wissenschafts- und technologiepolitische „Erfindung“ gesehen. Die multiplen Aktivitäten in den Materialwissenschaften und angrenzenden Feldern unter ein *Label* zu bringen, welches dann auch entsprechend überzeugend eine Vision für die Zukunft mittragen konnte, erwies sich dabei als Erfolgskonzept. Diese „Politik des Benennens“ verweist uns aber gleichzeitig auf das Spannungsfeld zwischen „talking Nano“ und „doing Nano“, also zwischen dem Reden über Nano und der tatsächlichen Herstellung von Produkten und Verfahren, die man heute mit dem Begriff Nano verbinden würde. Es ist tatsächlich nicht so, dass erst mit der Schaffung des Labels auch die Forschung und Entwicklung beginnt. Zu dem Zeitpunkt, an dem dieses Label eingeführt wird, befinden sich bereits eine ganze Reihe von Produkten

⁶ Zur Historie der Etablierung des Nanotechnologie-Diskurses vgl. auch die Beiträge von Schaper-Rinkel und Erlemann in diesem Band.

auf dem Markt und eine ganze Reihe von Forschungslabors sind intensiv mit der Erforschung von Phänomenen in diesem Größenordnungsbereich beschäftigt.

In der Tat könnte man sagen, dass hier ganz unterschiedliche Strategien des Hinein- und Herausschreibens aus dem „Label NANO“ beobachtbar sind und daher das Studium einer solchen Dynamik einen lohnenswerten Aufschluss geben kann, welche Bedeutung für die einzelnen Akteure die Grenze Nano/Nicht-Nano hat und wie sie kontingent stetig neu verhandelt wird. Forschung unter die Kategorie Nano einzuordnen oder nicht ist somit als eine Grenzziehungsarbeit im Sinne von Gieryn (1995) zu verstehen und es gilt, die Frage nach den beteiligten Akteuren sowie nach dem Sinn und dem Ziel dieser Neuordnung zu stellen. Gleichzeitig könnte man mit Karin Knorr-Cetina (1984) anmerken, dass Ressourcenopportunismus von Seiten der Wissenschaftler eine im sozialen System Wissenschaft durchaus übliche Verhaltensform darstellt und daher das Einordnen der eigenen Arbeit in die Nano-Kategorie somit auch aus dieser Perspektive verstanden werden kann. Denn auf Grund der disziplinären Offenheit und Diversität von Nano, verspricht ein Einschreiben in den Nanodiskurs neue Möglichkeiten, wobei allerdings aus einer ersten Interviewreihe mit österreichischen Nanoforschern deutlich wird, dass gleichzeitig der Rückzug in das jeweilige Ausgangsfeld der Forschungen aus strategischen Gründen bewusst offen gehalten wird. Dieses Verhalten wird auch in „gemischten“ Publikationsstrategien sichtbar. Während ein Teil der Erkenntnisse in neuen, speziell Nano-orientierten Zeitschriften veröffentlicht wird, werden gleichzeitig auch die angestammten Publikationsorgane beibehalten. Wie also das Label Nano das Feld selbst auf Ebene der Forscher und deren epistemischem Verhalten umgestaltet, würde somit einer längerfristigeren und detaillierten Analyse unterschiedlicher Indikatoren bedürfen.

Was Nano ebenfalls besonders interessant macht, ist die von Anfang an besonders enge Verwobenheit zwischen Fakt und Fiktion⁷, wobei die Grenze zwischen beidem weder als eindeutig noch als stabil angesehen werden kann. Bereits sehr früh in der Entwicklung des Feldes wurden mit Eric Drexlers Buch *Engines of Creation: The coming area of nanotechnology* (1987) deutlich, wie eng das Potential dieser Technologie verwoben war mit fiktionalen Angstentwürfen einer aus der Kontrolle geratenen Nanotechnologie. Mit der Erzählung über den „grey goo“, also der Vision von sich selbst replizierenden *Nanoassemblern*, die schließlich den Menschen auslöschen und alle Ressourcen der Erde konsumieren, wurde dafür ein interessantes Beispiel geschaffen. Diese Nanovision vermittelt uns einerseits Drexlers sehr mechanistische Vorstellung von Nanomaschinen, die Dinge zusammenbauen (*Assembler*) oder auseinandernehmen (*Disassembler*), und gibt uns damit Aufschluss über seine eher klassische Vorstellung möglicher Innovationen. Die Katastrophe, die er als Möglichkeit in seine Nanozukunft einbaut, ist daher ebenso von diesem Modell geprägt (Bensaude-Vincent 2004). Auch wenn Drexler später seiner eigenen Vision durchaus ambivalent gegenüber stand, so zeigt dieses Beispiel die enge Verknüpfung von allgemeinen Modellen über Innovation und mögliche Risikoszenarien.

Wie López (2004) argumentiert, werden narrative Elemente aus der Science Fiction-Literatur und anderen Genres im Diskurs rund um Nano zum Einsatz gebracht, um

⁷ Während diese Feststellung für eine ganze Reihe von neuen techno-wissenschaftlichen Feldern gelten könnte, ist Nano doch zu denjenigen zu zählen, wo dies aus der Community selbst heraus besonders stark vorangetrieben wurde (siehe Drexler 1987).

die "Kluft zwischen den heutigen Möglichkeiten und den übertriebenen Versprechungen für die Zukunft zu überbrücken." Drexlers Narrationen und eine Fülle an weiteren mit Nano verknüpften Imaginationen könnten bei einer genaueren vergleichenden Analyse somit einen wesentlichen Beitrag leisten, breitere narrative Rahmungen dieses technologischen Feldes und ihre Bedeutung in und für unterschiedliche techno-politische Kulturen greifbar zu machen. Dabei geht es aber nicht nur um Elemente fiktionaler Natur, sondern auch um die in der Diskussion verschwimmenden Grenzen zwischen beiden Genres: wissenschaftliche Argumentation und fiktionale Narration. Dies betrifft insbesondere auch die unter den Wissenschaftlern zirkulierenden Vorstellungen darüber – Rip (2006) nennt dies treffend „folk theories“ – wie Innovationen entstehen. Gehen wir, wie eingangs ausgeführt, von der These der Ko-Produktion aus, so sind gerade solche Innovationsmodelle ein vielversprechender Ort, an dem die Verwobenheit von Technowissenschaft und Gesellschaft deutlich wird. Diese kulturellen Erzählungen sind daher nicht einfach als Strategeme, also als listvolle Kunstgriffe, abzutun, deren man sich – wenn es um eine „ernste“ Evaluierung der Möglichkeiten, Grenzen und Risiken geht – einfach wieder entledigen kann. Sie sind im Hugheschen Sinne Fäden dieses „nahtlosen Gewebes“ (Hughes 1986), die sich daher auch nicht wieder entfernen lassen, ohne „den Stoff“ dadurch nachhaltig zu verändern.

Aber nicht nur die vielfältigen kulturellen Rahmungen machen Nano zu einem multiplen und schwer fassbaren Objekt. Die Schwierigkeit, den Begriff genauer fassen zu können, liegt wohl auch darin, dass es sich bei Nano gleichzeitig um ein divergierendes und ein konvergierendes Phänomen handelt. Nano ist als divergierend zu verstehen, da auf Grund der Rolle als „enabling technology“ erst im Prozess der konkreten Anwendung auch Sinn hergestellt wird/werden kann. In einer rezenten Auseinandersetzung mit der Medienberichterstattung zu Nano im österreichischen Kontext (Felt 2009) wird etwa deutlich, dass Nano so gut wie immer in einem konkreten Anwendungszusammenhang dargestellt und diskutiert wird und dies einen wesentlichen Beitrag dazu leistet, keine breitere Diskussion über den gesellschaftlichen Umgang mit diesem neuen Phänomen loszutreten. Aber auch die Forscher selbst heben hervor, dass die Grenze dessen, was als Nano bezeichnet werden sollte, und was nicht oft nur sehr schwer zu ziehen ist.

Zugleich ist Nano ein konvergierendes Phänomen, denn es trifft je nach Anwendungszusammenhang auf bereits vorhandene Denk- und Anwendungsschemata. Dennoch entstehen auch hybride, völlig neue und zum Teil ungeahnte Möglichkeiten, wobei jedoch angenommen werden kann, dass eine bestimmten Rahmung aus den jeweiligen Feldern heraus in die Nano vorgenommen wird.⁸ Die auf europäischer Ebene einberufene Expertengruppe rund um Nordmann (2004) hob diesbezüglich hervor, dass eine solche Konvergenz unterschiedlicher technologischer Felder zum einen eine Art neue und weitgehend unsichtbare Denkinfrastruktur für menschliche Handlungen schaffen würde, dass zum anderen aber die Reichweite etwa einer Kombination von Nano und Informationstechnologie kaum abschätzbar wäre. Oder, dass man immer mehr in Richtung eines „engineering of human body and mind“ gehen würde und schließlich durch die Konvergenz von Nano und Bio völlig neue Herangehensweisen ermöglicht würden (zum Beispiel die medikamentöse Behandlung an den

⁸ Jasanoff (2005) verwendet hierfür den Begriff „sticky frames“.

Orten im Körper, an denen sie gebraucht wird). Damit Hand in Hand entstehen auch ganz neue Angriffsflächen und Problemzonen. Dieses Zusammenwirken von „enabling technologies“ mit „technology-enabling sciences“ wird damit zum Zentrum der Aufmerksamkeit einer profunden Analyse von Nano. Aus dieser Konvergenz werden nicht nur Erzählungen über das unglaubliche Potenzial solcher Hybridisierungen generiert, sondern es entsteht auch eine neue Form von Unübersichtlichkeit und damit einhergehend neue Ängste.

Wenn man Nano verstehen möchte, so geht es nicht nur darum, einzelne Konvergenzphänomene in den Fokus zu rücken und die damit verbundenen Möglichkeiten und Risiken ins Auge zu fassen, sondern auch darum, das Phänomen „Nano“ breiter in seiner gleichzeitigen Divergenz und Konvergenz als Herausforderung für kontemporäre Gesellschaften zu begreifen. Ziel ist somit eine Auseinandersetzung mit dieser Multiplizität des Phänomens.

Die eben beschriebene Komplexität stellt nun auch die Sozialwissenschaften vor eine besondere Herausforderung, wenn es um die Analyse der Möglichkeiten und Grenzen für nanotechnische Innovationen geht, aber auch, wenn es darum geht, gesellschaftliche Partizipation an den Weichenstellungen in solchen Bereichen möglich zu machen.

Von „Risiko-Governance“ zu „Governance von Innovation“

Betrachtet man Nano aus der Perspektive einer öffentlichen, politisch orientierten Diskussion, die vor allem die Frage nach dem Umgang mit Risiken zum Fokus hat, eröffnet sich eine dritte große Perspektive, die hier angesprochen werden soll.

Wenn man, wie eingangs erwähnt, die Dichte an sozialwissenschaftlichen und ethisch orientierten Projekten ansieht, die sich mit Nanotechnologien auseinandersetzen, so könnte man vermuten, dass es sich tatsächlich um Versuche der Verwirklichungen eines „upstream engagements“ handelt. Nationalstaaten haben zum Teil ELSA-Forschung⁹ in ihre Nanotechnologieprogramme eingebaut oder Forschungs- und Partizipationsmöglichkeiten gefördert (Rossini & Pohl 2009).

Trotzdem kann man bei näherer Betrachtung feststellen, dass viele dieser Unternehmungen – auch wenn sie Vokabeln wie Dialog und Partizipation bemühen – von der Idee getragen sind, dass es zuallererst um eine Bildung und Überzeugung „der Öffentlichkeit“ bzw. spezifischer Öffentlichkeiten geht und nicht unbedingt um eine grundsätzlichere Reflexion der Entwicklungen in diesem Bereich (siehe auch Irwin 2006). Diese Politik, Öffentlichkeiten über entsprechende Bildungsmaßnahmen für Nano zu gewinnen, gilt sicherlich auch auf EU Ebene. Da angenommen wird, dass „Nanotechnology kaum verstanden wird“ (European Commission 2004, 19) und ausgehend von der Prämisse, dass Verständnis zu Akzeptanz führt, wurden folgerichtig entsprechende Informationsinitiativen, die allerdings häufig in dialog-orientierter Verkleidung auftreten – gefördert. Konkret wurden Weichenstellungen, allerdings in Expertengremien vorgenommen, wie etwa in der European Group on Ethics (EGE 2007). Dies bedeutet, dass man sich zwar im allgemeinen politischen Diskurs weg von einem linearen Modell der Wissenschaftskommunikation bewegt und BürgerInnen

⁹ ELSA ist eine Abkürzung für Ethical, Legal and Social Aspects of ... und wurde als forschungsbegleitender Zugang im Zusammenhang mit den Biowissenschaften entwickelt.

durchaus komplexere Analysefähigkeiten und bestimmte Formen von Expertise diskursiv zugesteht, dass aber im Speziellen dann gerne doch auf die hierarchisch strukturierte Weitergabe von Information zurückgegriffen wird. Von den BürgerInnen wird dann, ganz dem Paradigma der Wissensgesellschaft folgend, entsprechend „rationales“ Handeln erwartet.

Interessant ist hierbei anzumerken, dass die forschungsbegleitenden Initiativen meist von Nano-Risikobestimmung, Risikomanagement und Regulierung sprechen, dabei aber eine ganzheitlichere Sicht auf den Innovationsprozess mit den in ihm eingebetteten Weichenstellungen weitgehend ausblenden. BürgerInnen allerdings – und das haben eine ganze Reihe von Studien der Wissenschaftsforschung etwa zu genetisch veränderten Organismen gezeigt (siehe etwa Marris et al. 2001) – sind nicht unbedingt in dieser eng gefassten Weise an Risiken interessiert. Ihre Aufmerksamkeit richtet sich in vielen Fällen auf Innovationsprozesse im weiteren Sinn und auf die dahinter stehenden gesellschaftlichen Zwecke und Prioritäten. Dies wurde in einem kürzlich erschienenen Bericht einer Expertengruppe zu Wissenschaft und Governance mit dem Titel „Taking Knowledge Society Seriously“ (Felt & Wynne 2007) ebenso hervorgehoben, wie auch in kritischen Analysen, die sich mit Parallelen zwischen „grüner Gentechnik“ und Nano befassen (siehe etwa Sandler & Kay 2006). Die öffentlich geäußerten Sorgen betreffen sicherlich auch Risiken, wie man dies in öffentlichen Debatten zu Nano sehen kann, aber der Fall der „grünen Gentechnik“ hat dennoch mit Nachdruck gezeigt, dass es ein Fehler wäre, ein wesentlich vielschichtigeres Set notwendiger Betrachtungsperspektiven auf eine schlichte Risikobetrachtung zu reduzieren. Vielmehr geht es auch um die Wahrnehmung, wie sich Institutionen in diesen Zusammenhängen verhalten oder etwa um die Art und Weise, wie Politik gemacht wird. Darüber hinaus ist es wohl auch nicht angemessen, so zentrale gesellschaftspolitische Entscheidungen ausschließlich in die Hand von Expertengremien wie Ethikkommissionen zu legen, da dies wohl auch nicht die Breite der Möglichkeiten erfasst (Felt & Wynne 2007:16). Aus diesen Erfahrungen heraus ließe sich dann das Argument entwickeln, dass der Fokus nicht auf Risiko-Governance alleine liegen sollte, sondern vielmehr auf der ‚Governance von Innovationen‘ im Nanobereich. Dies bedeutet, dass man sich damit auseinandersetzen muss, welche Modelle von Innovation WissenschaftlerInnen, PolitikerInnen und unterschiedliche Öffentlichkeiten haben und welche Rolle diese in gesellschaftlichen Entscheidungszusammenhängen spielen.

Dies könnte dann aber auch bedeuten, dass eine frühere Einbindung von Gesellschaft in techno-wissenschaftliche Entscheidungsprozesse auch andere Formen des Engagements benötigt, wie wir diese anhand eines rezenten Projekts im Bereich der Lebenswissenschaften zeigen konnten (Felt et al. 2009a). In der Tat hat sich rund um die wachsende Anzahl von partizipativen Eingriffen im Zusammenhang mit wissenschaftlichen und technischen Entwicklungen ein ganzes Businesssegment entwickelt und sogenannte „experts of community“ hervorgebracht (Rose 1999). Diese Experten geben durch die zum Einsatz gebrachten Methoden – von Bürgerkonferenzen bis hin zu Umfrageuntersuchungen – nicht nur der Gesellschaft Stimme, sondern sie bringen erst bestimmte Öffentlichkeiten bzw. öffentliche Meinungen hervor. Damit wird deutlich, wie zentral Law und Urrys (2004) Argument zur Performativität von sozialwissenschaftlichen Methoden ist: Forschungsmethoden, genau so wenig wie Partizipationssettings uns nicht einfach helfen, die Welt – in unserem Fall die „Nanowelt“ – zu beschreiben, sondern sie bringen sie immer auch als Neue hervor. Sie erzeugen

Effekte, sie schaffen Rahmen, sie bringen Unterschiede hervor und daher ist es wesentlich, sich nicht auf den „Neutralitätsstandpunkt“ zurückzuziehen, sondern diesen Eingriff auch explizit zu machen. Damit wird deutlich, dass man nicht – wie dies implizit in den Ausführungen des eingangs erwähnten *Nature*-Beitrags zum Ausdruck gebracht wird – argumentieren kann, dass nach einer Reihe von Veranstaltungen Nano nun ausdiskutiert sei und daher nur mehr die politische Umsetzung fehle. Vielmehr sollte klar sein, dass Innovationsprozesse einer Begleitung bedürfen, da sich ihre Kontexte, Möglichkeiten und Umsetzungen ebenso in steter Veränderung befinden, wie die Einschätzungen der Menschen über sie.

Herausforderungen für die sozialwissenschaftliche Forschung zu Nanotechnologien

Worin bestehen nun die Herausforderungen für die Sozialwissenschaften und ihr möglicher Beitrag zu einer Auseinandersetzung mit Nano? Inwieweit können sie einen Beitrag leisten sowohl zu einem besseren Verständnis davon, was es bedeuten könnte, in einer „Nanowelt“ zu leben und in ihr Artikulationsmöglichkeiten zu schaffen, um an ihrer Gestaltung mitzuwirken? Ausgehend von den bisher gemachten Analysen und zusammengetragenen Beobachtungen scheinen dazu vier Perspektiven von besonderem Interesse.

Zum ersten geht es um die in bestimmte technologische Entwicklungen eingewobenen *Bilder von Gesellschaft*. Es geht darum, nicht nur das technologisch Mögliche als Herausforderung zu betrachten, sondern auch zu analysieren, wie TechnologieentwicklerInnen und ForscherInnen zu Architekten der Gesellschaft werden, ohne dass sie hierfür – in wie auch immer gearteter Weise – explizit Verantwortung übernehmen würden. Für die Sozialwissenschaften würde dies bedeuten, nicht so sehr den Fokus auf technische Risiken und den Umgang mit ihnen zu legen, sondern vielmehr nach den den neuen Technologien eingeschriebenen impliziten Gesellschaftsmodellen zu fragen. Es geht also nicht darum – wie dies auf politischer Ebene oft versucht wird – die Trennlinie zwischen Fakt und Fiktion zu rekonstruieren, um so nur jene Perspektiven für eine ernst zu nehmende Diskussion zuzulassen, die auch als „real“ genug angesehen werden. Vielmehr steht eine Analyse der Versprechen in technopolitische Zukünfte in einem umfassenderen Sinn auf der Agenda.

Eng damit verwoben, und Grundlage für die Entwicklung von Feldern wie Nano, sind jedoch auch kontemporäre *Imaginationen über das Entstehen und die Verbreitung von Innovationen* in unserer Gesellschaft. Wir haben darauf verwiesen, dass eine Fülle von populären Vorstellungen über Innovationen zirkulieren, die dann als Basis für Einschätzungen und damit in Zusammenhang stehende Entscheidungen herangezogen werden. Dies betrifft sowohl WissenschaftlerInnen, also auch wissenschafts- und technologiepolitische AkteurInnen oder BürgerInnen. Die unterschiedlichen Innovationsmodelle bilden Bewertungs- und Handlungsrahmen, die es durch eine detailliertere Analyse besser zu verstehen gilt.

Als dritte Herausforderung wurde herausgearbeitet, dass es nicht nur darum geht zu sehen, welche Erwartungen und Ängste gegenüber neuen technologischen Entwicklungen zum Ausdruck gebracht werden, sondern auch, wie die Mechanismen hinter diesen mehr oder weniger besorgniserregenden Zukunftskonstruktionen aussehen. Konkret bedeutet dies zu verstehen, *wie Menschen* in solch komplexen, unsi-

cheren und von Fiktionen durchzogenen Situationen aus ihren Erfahrungen heraus *Einschätzungen vornehmen*. Der Fokus der Forschung geht also auch in diesem Fall weg von konkreten Risiken und richtet sich vielmehr auf den Prozess, in dem solche Einschätzungen vorgenommen werden, ebenso wie auf die unterschiedlichen Ingedienzen, die darin eine Rolle spielen.

Wenn wir aber von der Besonderheit der Konstellation von Nano ausgehen, und auch den Ruf nach „upstream engagement“ ernst nehmen, so stellt sich viertens die grundlegende Frage, *wie Partizipationsprozesse in diesem Kontext organisiert werden können*. In der Tat – so das Argument – können nicht einfach in „downstream-Partizipation“ eingeübte Praktiken (z.B. erst nach der Einführung eines Produktes), einfach auf diese neue Situation übertragen werden. Somit gilt es, die eingeübten Inszenierungen von Partizipation zu hinterfragen, die Sicherheit akzeptierter und zum Teil formalisierter Praktiken – Stichwort *best practice* – zu verlassen und die Rolle von SozialwissenschaftlerInnen und EthikerInnen als „experts of community“ (Rose 1999) vor neue Herausforderungen zu stellen.

References

- Adam, Barbara und Chris Groves. 2007. *Future Matters: Action, Knowledge, Ethics*. Leiden: Brill.
- Bensaude-Vincent, Bernadette 2004. Two cultures of nanotechnology? *HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry* 10(2): 65-82.
- Brown, Nik und Mike Michael. 2003. A sociology of expectations. Retrospecting prospects and prospecting retrospects. *Technology Analysis and Strategic Management* 15(1): 3-18.
- Brown, Nik, Brian Rappert und Andrew Webster, eds. 2000. *Contested futures. A sociology of prospective techno-science*. Aldershot: Ashgate.
- Drexler, Kim Eric 1987. *Engines of creation. The coming era of nanotechnology*. New York: Anchor Books.
- EGE (The European Group on Ethics in Science and New Technologies to the European Commission). 2007. *Opinion on the ethical aspects of nanomedicine*. Brussels: European Commission.
- Felt, Ulrike. 2005. Nichts als die Wahrheit ...?! Betrug und Fälschungen in der Wissenschaft. In *Der Wille zum Schein - Über Wahrheit und Lüge*, Hg. K. P. Liessmann, pp. 172-97. Wien: Paul Zsolnay Verlag. Original edition, 1991.
- . 2007. Zukunftsszenarien als wissenschaftliche Ressource: Begegnungen zwischen Wissenschaft, Politik und Medien. In *Archäologie der Zukunft*, edited by R. Egloff, G. Folkers und M. Michel, pp. 287 - 302. Zürich: Chronos.
- . 2009. Imaginaries and promises of technological innovation: Testing the GMO-nano analogy in the laboratories of Austrian media. Vortrag bei der "Nano Governance Compared"-Konferenz, Wien, 17.-18. Juni 2009.
- Felt, Ulrike und Brian Wynne 2007. *Taking European knowledge society seriously*. Report to the Expert Group on Science and Governance to the Science, Economy and Society Directorate, Directorate- General for Research, European Commission. Brussels: European Commission.
- Felt, Ulrike, Maximilian Fochler, Annina Müller und Michael Strassnig. 2009a. Unruly ethics: On the difficulties of a bottom-up approach to ethics in the field of genomics. *Public Understanding of Science* 18 (3): 354-371.

- Felt, Ulrike, Maximilian Fochler und Peter Winkler. 2009b. Coming to Terms With Biomedical Technologies in Different Techno-Political Cultures, *Science, Technology, and Human Values*, im Erscheinen.
- Gieryn, Thomas. 1995. Boundaries of Science. *Handbook of Science and Technology Studies*. Edited by S. Jasanoff et al. p. 393-443. Thousand Oaks: SAGE Publications.
- Gibbons, Michael, Camille Limoges, Helga Nowotny, Simon Schwartzman, Peter Scott, und Martin Trow. 1994. *The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies*. London: Sage.
- Hughes, Thomas. 1986. The Seamless Web: Technology, Science, Etcetera, Etcetera. *Social Studies of Science* 16: 281-292.
- Irwin, Alan. 2006. The Politics of talk: Coming to Terms with the "New" Scientific Governance. *Social Studies of Science* 36: 299-320.
- Jasanoff, Sheila. 2004. The idiom of co-production. In *States of knowledge. The co-production of science and social order*, edited by S. Jasanoff, pp. 1-12. London: Routledge.
- . 2005. *Designs on nature. Science and democracy in Europe and the United States*. Princeton & Oxford: Princeton University Press.
- Kearnes, Matthew, Robin Grove-White, Phil Macnaghten, James Wilsdon, und Brian Wynne. 2006. From bio to nano? Learning lessons from the UK agricultural biotechnology controversy. *Science as Culture* 15 (4): 291-307.
- Knorr Cetina, Karin, 1984. Die Fabrikation von Erkenntnis - Zur Anthropologie der Naturwissenschaft. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Law, John und John Urry. 2004. Enacting the Social, *Economy and Society* 33 (3): 390-410
- López, Jose. 2004. Bridging the Gaps: Science Fiction in Nanotechnology. *HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry*, 10 (2): 129-152.
- Marris, Claire, Brian Wynne, Peter Simmons, und Sue Weldon. 2001. Public perceptions of agricultural biotechnologies in Europe. Final report of the PABE research project Available from http://csec.lancs.ac.uk/pabe/docs/pabe_finalreport.pdf (accessed July 31, 2007).
- Mehta, Michael D. 2004. From biotechnology to nanotechnology: What can we learn from earlier technologies? *Bulletin of Science Technology Society* 24(1): 34-9.
- Nature. 2007. Enough talk already. *Nature* 448 (7149): 1-2.
- Nordmann, Alfred 2004. *Converging Technologies – Shaping the Future of European Societies*, HLEG Foresighting the New Technology Wave. Brussels: European Commission.
- Nowotny, Helga und Felt, Ulrike 1997. *After the breakthrough. The emergence of high-temperature superconductivity as a research field*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Nowotny, Helga, Peter Scott, und Michael Gibbons. 2001. *Re-thinking science. Knowledge and the public in an age of uncertainty*. Cambridge: Polity Press.
- Oudshoorn, Nelly. 2003. *The Male Pill - A Biography of a Technology in the Making*. Durham: Duke University Press.
- Poland, Craig et al. 2008. Carbon nanotubes introduced into the abdominal cavity of mice show asbestos-like pathogenicity in a pilot study. *Nature Nanotechnology* 3: 423 - 428
- Rip, Arie. 2006. Folk theories of nanotechnology. *Science as Culture* 15(4): 349-65.
- Rocco, M. C., und W. S. Bainbridge. 2002. Converging technologies for improving human performance: Integrating from the nanoscale. *Journal of Nanoparticle Research* 4: 281-95.
- Rose, Nikolas 1999. *Powers of Freedom. Reframing Political Thought*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rossini Manuela und Christian Pohl. 2009. *Von begleitender zu integrierter ELSI-Forschung am Beispiel der Nanowissenschaften und der Nanotechnologien*. Bericht. Transdisciplinarity Network Schweiz.
- Sandler, Ronald und W. D. Kay. 2006. The GMO-Nanotech (Dis)Analogy? *Bulletin of Science, Technology & Society*, 26 (1): 57 – 62.

UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). 2006. The ethics and politics of nanotechnology. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Wilsdon, James und Rebecca Willis. 2004. *See-through science: Why public engagement needs to move upstream*. London: Demos.