SSOAR

Open Access Repository
www.ssoar.info

Nanotechnologiepolitik: die Antizipation potentieller Umwelt- und Technikkonflikte in der Governance der Nanotechnologie

Schaper-Rinkel, Petra

Veröffentlichungsversion / Published Version
Sammelwerksbeitrag / collection article

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:
Schaper-Rinkel, P. (2010). Nanotechnologiepolitik: die Antizipation potentieller Umwelt- und Technikkonflikte in der Governance der Nanotechnologie. In P. H. Feindt, & T. Saretzki (Hrsg.), *Umwelt- und Technikkonflikte* (S. 317-334). Wiesbaden: VS Verl. für Sozialwiss. https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-124539

Nutzungsbedingungen:
Dieser Text wird unter einer CC BY-NC-ND Lizenz (Namensnennung-Nicht-kommerziell-Keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier:
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de

Terms of use:
This document is made available under a CC BY-NC-ND Licence (Attribution-Non Comercial-NoDerivatives). For more Information see:
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0

gesis
Leibniz-Institut
für Sozialwissenschaften

Mitglied der
Leibniz-Gemeinschaft

Nanotechnologiepolitik: Die Antizipation potenzieller Umwelt- und Technikkonflikte in der Governance der Nanotechnologie

Petra Schaper-Rinkel

Anfang 2006 gelingt einem ‚Nano-Unternehmen' ein eindrucksvoller Start an der Börse: Die *Neosino Nanotechnologies AG* vertreibt Nahrungsergänzungsmittel mit nanopartikulären Mineralstoffen, die die Regeneration des Körpers optimieren sollen und daher besonders für Sportler angepriesen werden. Der Deutsche Sportbund empfiehlt die Mittel, der FC Bayern München wirbt für sie. Am ersten Handelstag steigt der Preis der ausgegebenen Aktien zeitweise um mehr als 70 Prozent und verdreifacht sich sogar innerhalb weniger Wochen. Im März 2006 kommt es zu negativen Schlagzeilen: Das Produkt enthält laut einem Bericht des Fernsehmagazins *Panorama* überhaupt keine Nanopartikel, die angebliche Produktionsstätte auf Malta existiert nicht einmal. Der Kurs fällt, bleibt jedoch oberhalb seines Ausgabewertes – trotz einer breiten negativen Berichterstattung und obwohl die Staatsanwaltschaft ermittelt.

Die Geschichte zeigt, wie erfolgreich die bisherige staatliche Nanotechnologiepolitik mit ihrer Strategie war, eine positive Öffentlichkeit für die Nanotechnologie zu schaffen. Zum Skandal wurde nicht, dass der Deutsche Sportbund Produkte empfiehlt, deren Wirksamkeit und Unbedenklichkeit ungeklärt ist (auch wenn dies von Experten kritisiert wurde). Vielmehr liegt der Skandal darin, dass das beworbene Produkt die versprochenen Nanopartikel gerade nicht enthält. Entgegen der Mutmaßungen der letzten Jahre, dass Nanopartikeln eine Konfliktgeschichte wie der grünen Gentechnik bevorsteht, zeigt sich bisher das Gegenteil: Während bei der grünen Gentechnik eine Deklarationspflicht den Verbrauchern die Möglichkeit geben soll, gentechnik-freie Produkte zu kaufen, könnte der Fall Neosino darauf hinauslaufen, dass zukünftig nur mit „Nano" beworben werden darf, was auch ‚Nano' enthält.

Technikkonflikte der letzten Jahrzehnte (Atom- und Gentechnik) bilden bei der Konstituierung einer Governance der Nanotechnologie den Hintergrund, auf dem heterogene Akteure ihre Strategien entwickeln. Erfahrungen aus den Konflikten in anderen Technologiefeldern (insbesondere im Bereich der Biotechnologien) sowie die Strategien zur Bearbeitung bisheriger Technik- und Umweltkonflikte werden dabei antizipiert und gehen in unterschiedliche Regulierungsanforderungen und -strategien ein.

Bisher sind Kontroversen auf dem Feld der Nanotechnologie auf Fach-Communities beschränkt und konzentrieren sich auf Regulierungsfragen. Politische Konflikte zeichnen sich nicht ab, werden jedoch von unterschiedlichen Seiten prognostiziert. Dabei wird Nanotechnologie in gegensätzlichen Kontexten verortet. Die kanadische Nichtegierungsorganisation ETC Group, die eine globale Resonanz in Fachkreisen findet, stellt Nanotechnologie in eine Traditionslinie mit Gen- und Atomtechnik und verweist damit auf vergangene Technik- und Umweltkonflikte (ETC Group 2003). Im Kontext von Umweltschutz wird die

Nanotechnologie auf der anderen Seite auch als Möglichkeit für eine giftfreie und saubere Chemie durch die Kontrolle auf molekularer Ebene diskutiert (Friedrich/Sesín 2000).

In diesem Sinne wird in dem Greenpeace-Bericht zur Zukunft von Nanotechnologie, Künstlicher Intelligenz und Robotik (Arnall 2003) die Frage aufgeworfen, ob denn der Nanotechnologie wohl eine Konfliktkarriere wie genetisch modifizierten Organismen bevorsteht oder eine Erfolgsgeschichte mit rasanter Ausbreitung, wie sie der individuelle Mobilfunk hinter sich hat.[1]

Welche Zukunft die Nanotechnologie haben wird, hängt von den Innovationspfaden ab, die sich in der aktuellen Politik herausbilden. Diese wiederum sind eng verknüpft mit den Formen der Governance der Nanotechnologie (dazu Abschnitt 1) und dem gegensätzlichen Verhältnis von Akteuren zu Kontroversen, Konfliktpotenzialen und vergangenen Technik- und Umweltkonflikten (Abschnitt 2). Welche Analogien gebildet werden (Abschnitt 3), welche Risiken damit betont werden (Abschnitt 4), auf welche Konfliktpotenziale diese Analogien verweisen (Abschnitt 4) und welche ‚Lehren' aus Umwelt- und Technikkonflikten der Vergangenheit gezogen werden (Abschnitte 5 und 6), wird im Folgenden untersucht. Gezeigt wird dabei Folgendes: Bei den Governance-Formen, die sich in auf dem Feld der Nanotechnologie herausbilden, handelt es sich um reflexive Konfliktbearbeitungsstrategien, die prozedural zudem auf Dialog und Partizipation ausgerichtet sind. Das heißt allerdings keineswegs, dass sich auf dem Technologiefeld damit eine gemeinwohlorientierte oder nachhaltige Technikentwicklung abzeichnet.

1 Governance der Nanotechnologie

Nanotechnologie ist ein breites Feld mit unscharfen Rändern: Was Nanotechnologie ausmacht, in welchen Bereichen sich die vielfach prognostizierten Innovationspotenziale konkret realisieren lassen, welche Risiken mit ganz unterschiedlichen Nanotechnologien verbunden sein können, ist eher ungewiss als umstritten. Forciert und gefördert wird Nanotechnologie zwar maßgeblich von staatlichen Akteuren (Forschungsministerien), doch die staatliche Politik ist darauf ausgerichtet, eine Vielzahl privater Akteure (primär Industrie, Investoren und Wissenschaft) in den Prozess einzubeziehen, so dass heterogene Akteurskonstellationen direkt und indirekt an der Formierung und Entwicklung des technologiepolitischen Feldes der Nanotechnologie beteiligt sind. Daraus ergibt sich ein Zusammenspiel von traditionellen Politik- und Steuerungsformen (Regieren ‚von oben nach unten') mit weichen Politikformen (Schaffung von Anreizen sowie neue Kommunikationsformen). Bei der sich herausbildenden Politik der Nanotechnologie handelt es sich insofern um eine Governance der Nanotechnologie: um ein uneinheitliches Ensemble aus formellen und informellen Regelungen, Verfahren, Institutionen und Zielhorizonten, innerhalb dessen ungleiche Akteure auf dem Politikfeld der Nanotechnologie agieren. In einem weiten Verständnis von Governance umfasst diese sowohl die staatliche Steuerung im engeren Sinne (Government) als auch kooperative Verhandlungssysteme und Formen der gesellschaftlichen Selbststeuerung. Insbesondere diese neuen, ‚weichen' Formen des Regierens (new modes of Governance) gelten denjenigen, die Governance nicht nur als deskriptiv-

[1] Die Greenpeace-Studie erwartet eher eine Konfliktkarriere der Nanotechnologie: „Depending on the development pathway, some aspects of nanotechnology might get a rocky ride, as its social constitution is more like that of GM crops than mobile phones" (Arnall 2003:5).

analytisches Konzept, sondern als normativ-wünschenswertes Konzept verwenden, als Möglichkeit, widersprüchliche Anforderungen zu realisieren: Governance soll sowohl die demokratische Legitimität politischer Herrschaft als auch deren Problemlösungsfähigkeit und Effizienz erhöhen (vgl. den Überblick bei von Blumenthal 2005). Da effizient eine besonders wirksame, wirtschaftliche und leistungsfähige Form beschreibt, bleibt damit erst einmal offen, für welche Interessen diese Strategie effizient ist.

Governance geht wie Kybernetik auf das griechische Wortfeld des Steuerns und Lenkens von Schiffen zurück. Das Bild, ein Schiff durch ein unwegsames, unbekanntes Meer mit unbekannten Strömungen und unerwarteten Stürmen zu lenken, auf der Suche nach einem neuen Kontinent, von dem nicht klar ist, ob er grünes Paradies oder karge Wüste ist, passt für die Entwicklung der Nanotechnologie gut, die mit Paradieserwartungen und Weltuntergangsszenarien verbunden ist (Drexler et al. 1991; Joy 2000; vgl. TAB 2003: Kap. VII). Allerdings haben wir es eher mit einer Flotte als mit einem Schiff zu tun, und damit mit vielen Schiffslenkern, die sich auch über das Ziel der Reise nicht einig sind. Einige verfügen auf dieser Fahrt über Ressourcen, die sie privilegieren und einen erheblichen Teil der Flotte dazu veranlassen können, ihrem Weg zu folgen (die führenden Nationalstaaten), andere verfügen über Ressourcen, die ihnen abweichende Wege ermöglichen (transnationale Unternehmen, die bei unterschiedlichen Regulierungsmustern mit Forschung, Entwicklung und Produktion in andere Länder ausweichen können). Andere können nur versuchen, den Weg und die Strategie zu beeinflussen, können aber keine grundsätzlich andere Zielrichtung durchsetzen. Während einige aus Überzeugung primär an bestimmten Zielen festhalten (Umweltschützer), stellen andere ihre Ressourcen als Söldner den Zahlungskräftigsten zur Verfügung (Public Relations-Agenturen). Da das Terrain unwegsam ist, die nächsten Ufer weder sichtbar noch konkret zu orten sind und auch nicht klar ist, was sich hinter dem offenen Meer wohl zeigen wird, bilden die Besatzungen der Flotte auch intern keine monolithischen Blöcke, sondern sind im Hinblick auf Strategie und Verfahren – im Rückgriff auf Erfahrungen aus der Vergangenheit – flexibel.

Dabei lassen sich in der Konstituierung der Nanotechnologiepolitik Konfliktpotenziale unterschiedlicher Reichweite feststellen. Sie reichen von potenziellen Regulierungskonflikten (Gesetze versus Selbstregulierung, aber auch konfligierende nationalstaatliche Politiken)[2] und Verteilungskonflikten[3] bis zu generellen Machtkonflikten um die Frage, welche Rolle Industrie, Staaten und internationale zivilgesellschaftliche Akteure in der generellen Entwicklung der Nanotechnologie spielen sollen.[4] Sowohl in der Artikulation von Interessen als auch hinsichtlich der Frage, wie die Austragung divergierender Interessen geregelt werden soll, beziehen sich die Akteure auf bisherige Technik- und Umweltkonflikte.

[2] Bisher sind keine Regulierungskonflikte zwischen Nationalstaaten festzustellen. In einer internationalen Studie zu nationalstaatlichen Governance-Ansätzen wird proaktiv der Vorschlag gemacht, dass die UNO bei konfligierenden nationalstaatlichen Politiken koordinierend tätig sein soll (IRGC 2005: 8, 20).

[3] Hierzu gehören Verteilungskonflikte um öffentliche Fördermittel zwischen Branchen, die in mehr oder weniger korporatistischen Arrangements verhandelt und daher nicht öffentlich werden. Potenzielle Verteilungskonflikte liegen in den Verschiebungen zwischen Branchen und Ländern, die von nanotechnologischen Innovationen profitieren und denen, die Einbußen haben werden.

[4] Bisher kritisiert nur die kanadische NGO ETC Group umfassend die ungleichen Machtverhältnisse in der Technologieentwicklung (ETC Group 2005).

2 Zwei konträre Blicke auf Konflikte: Technik- und Umweltkonflikte als Anreiz für umwelt- und sozialverträgliche Innovationspfade und als Gefahr für den ‚Standort'

Kontroversen und damit die Artikulation von unterschiedlichen Interessen gelten in der sozialwissenschaftlichen Technikforschung, der Risikoforschung und auch in der Technikfolgenabschätzung als unumgängliches und auch sinnvolles Element im gesellschaftlichen Umgang mit Technik (EEA 2001; Marcinkowski 2001; Saretzki 2001). In der deutschen Nanotechnologiepolitik (BMBF 2004a) und auch in der Nanotechnologiepolitik der Europäischen Kommission gilt Dissens dagegen noch primär als Gefahr (Europäische Kommission 2004).

Diejenigen, die Kontroversen als legitim und produktiv erachten, sehen sie als ein Frühwarnsystem für Risiken; als einen Indikator für Probleme, mit deren früher Berücksichtigung sich die Polarisierung von Konflikten vermeiden lässt. Kontroversen und Konflikte verweisen aus dieser Position auf divergierende Interessen, die einer Aushandelung bedürfen. Die Europäische Umweltagentur hat gezeigt, dass frühe Warnungen vor Gefahren neuer Technologie im 20. Jahrhundert vielfach keine politische Berücksichtigung fanden und somit erst gehandelt wurde, als Spätfolgen technologischer Entwicklungen unübersehbar waren. So reichen die ersten Meldungen über Strahlungsschäden bis in das Jahr 1896 zurück, eine eindeutige Warnung vor Asbest datiert auf das Jahr 1898 (EEA 2001).

Partizipative Verfahren bieten eine Möglichkeit, Risiken frühzeitig zu erkennen und zu bearbeiten. Im Gegensatz zu technischen Experten sehen involvierte Laien Probleme, Themen und Lösungen, die Experten nicht sehen. Ein breiter gesellschaftlicher Dialog sowie offene und transparente Prozesse können daher die demokratische Legitimität von Entscheidungen erhöhen und damit langfristig das Vertrauen in den politischen Prozess stärken. Mit partizipativen Mechanismen lassen sich zudem qualitativ bessere Ergebnisse in Entscheidungsprozessen erzielen, indem in den Prozess unterschiedliche Perspektiven einbezogen sind (Fiorino 1990). Die frühzeitige, umfassende und partizipative Bearbeitung von Risiken und Konfliktpotenzialen ist eine notwendige – wenn auch nicht hinreichende – Voraussetzung für umwelt- und sozialverträgliche Innovationspfade.

Aus der Perspektive der Standortkonkurrenz und der Verschärfung des internationalen Wettbewerbs sind Kontroversen sowie die Thematisierung von Risiken eine Gefahr für den ‚Standort' und die Wettbewerbsfähigkeit. In der Nanotechnologiepolitik ist die Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit die zentrale und unhinterfragte Norm (National Science and Technology Council 2002: 7; BMBF 2004a: 6; Europäische Kommission 2004: 10). Wird die Entwicklung einer Technologie von kontroversen öffentlichen Debatten begleitet, so steigt die Anzahl der politischen Akteure an, die sich auf dem Feld engagieren – sei es, weil sie von den Risiken alarmiert sind, oder aber sich mit dem politischen Thema zu profilieren suchen. Je mehr Akteure die Technologieentwicklung mitbestimmen wollen und je partizipativer der Prozess angelegt ist, desto stärker kann ein Effekt der Entschleunigung zum Tragen kommen. Diese Entschleunigung kann zwar aus der Nachhaltigkeitsperspektive ein positiver Effekt sein; doch wenn es sich um Prozedere handelt, die auf einige Nationalstaaten beschränkt sind, so kann dieses die Handlungsmöglichkeiten von nationalstaatlich situierter Forschung und Industrie im internationalen Wettbewerb einengen; sie wird damit für eine staatliche Politik der Beschleunigung zur Gefahr. Sofern die Konflikte im nationalstaatlichen Rahmen ausgetragen werden, sehen sich Staaten mit einem vorsorgeorien-

tierten und damit entschleunigenden Modus der Konfliktaustragung im internationalen Wettlauf um die Entwicklung der jeweiligen Schlüsseltechnologie im Nachteil im Kampf um Wettbewerbsfähigkeit (z.B. die britische Regierung, die als einzige mit einer Nano-Kritik konfrontiert ist, siehe: Science and Technology Committee 2004: 50). Da Nanotechnologien für globale Märkte entwickelt werden, greifen nationalstaatliche Regulierungsstrategien zur Implementierung von verbindlichen Maßnahmen, die beispielsweise das Vorsorgeprinzip umfassend umsetzen, nur höchst begrenzt.

Internationale Abkommen, die die Nanotechnologie betreffen, gibt es bisher (noch) nicht, allerdings eine Vielzahl an internationalen Aktivitäten, die sich mit Fragen von Innovation, Umwelt- und Gesundheitsschutz sowie ‚Responsible Development' beschäftigen (IRGC 2005: 14 ff.). Bezeichnend für das Verhältnis von staatlicher Technologiepolitik und Technikkonflikten sind die Antworten einer Studie, die der International Risk Governance Council (IRGC) mit Sitz in Genf durchgeführt hat: Auf die Frage an technologiepolitische Akteure der Industriestaaten mit Nanotechnologie-Programmen zum Umgang mit Risiken und dazu, wie Konflikte in dem jeweiligen Land gelöst werden, kommen Konfliktregelungen in den Antworten nicht einmal vor (IRGC 2005). Verwiesen wird stattdessen auf die Bereitstellung von Informationen für die Öffentlichkeit sowie auf Leitlinien (wie das Vorsorgeprinzip). Kontroversen und Konfliktpotenziale werden von staatlichen Akteuren überwiegend de-thematisiert, da diese nicht als notwendige Elemente zur Antizipation, Identifizierung und Bearbeitung eines Regulierungs- und Gestaltungsbedarfs gesehen werden, sondern als Gefahr für die Akzeptanz der Nanotechnologie. Wenn Governance-Formen und wirkungsvolle Partizipation konzeptionell auf die Akteure begrenzt sind, die auf eine Beschleunigung der technologischen Entwicklung setzen, so werden Konfliktpotenziale nicht thematisiert, damit nicht bearbeitet und somit steigt die Gefahr suboptimaler und risikoreicher technologischer Optionen.

3 Nanotechnologie ist wie … Re-Formulierung von Erfolg und Konflikt durch Vergleich

Konfliktpotenziale werden bereits angesprochen, wenn die Nanotechnologie als Schlüsseltechnologie charakterisiert wird.[5] Die Verknüpfung mit einer Vielzahl von Anwendungen – das zentrale Merkmal von Schlüsseltechnologien – zieht Analogien mit anderen Technologien nach sich. Dabei lassen sich optimistische (die Chancen in den Vordergrund stellende) und skeptische (die Risiken betonende) Szenarien unterscheiden.

Die optimistischen Szenarien verweisen auf Erfolge bisheriger Schlüsseltechnologien. Wie die Luft- und Raumfahrt die menschliche Handlungsfähigkeit über die Erde hinaus ausgedehnt hat, so erschließt sich auch mit der Nanotechnologie eine neue Handlungsdimension, da mit ihr die Handlungsfähigkeit auf der molekularen Ebene verbunden ist (National Science and Technology Council 1999). Mit der Mikroelektronik wird Nanotechnologie verglichen, da sie wie diese voraussichtlich allgegenwärtig in Produkten und Verfah-

[5] Nur eine rein technisch orientierte Beschreibung ruft noch keine Analogien zu anderen Technologien auf: „Der Begriff ‚Nanotechnologie' wird hier als Sammelbegriff verwendet, der die verschiedenen Zweige der Nanowissenschaften und -techniken umfasst. Ursprünglich bezeichnet Nanotechnologie Wissenschaft und Technologie auf atomarer und molekularer Nanoebene und verweist auf die wissenschaftlichen Grundsätze und neuen Eigenschaften, die sich begreifen und beherrschen lassen, wenn man in diesem Bereich arbeitet" (Europäische Kommission 2004).

ren implementiert wird. Wie schon im Diskurs vergangener Schlüsseltechnologien versprechen heute die Verfechter der Nanotechnologie, dass diese die drängenden Probleme der Gegenwart lösen wird (Drexler et al. 1991; Roco/Bainbridge 2002). Die Energieknappheit wird durch kostengünstige Nano-Solartechnik überwunden. Nanotechnologien lösen vorhandene Umweltprobleme, indem funktionale Nanopartikel vorhandene Umweltgifte binden; eine giftfreie Nanochemie verhindert zukünftige Umweltverschmutzung und durch extreme Ressourceneffizienz lässt sich der allgemeine Wohlstand bei Verringerung des Ressourcenverbrauchs steigern. Hunger und Armut werden überwunden, wie einst auch die grüne Gentechnik versprach, und analog zur roten Gentechnik wird ein langes Leben ohne Krankheiten nanotechnologisch in Aussicht gestellt (Drexler et al. 1991; Roco/Bainbridge 2001: 270). Die Szenarien gipfeln in einer Nanotechnologie-basierten Welt ohne Mangel und Knappheit, die sich auf dem Weg fortschreitender Demokratisierung und globaler Verteilungsgerechtigkeit befindet.

Entgegen diesen Positivszenarien, die (erneut) die beste aller Welten versprechen, knüpfen skeptische Vergleiche und die Negativ-Szenarien an die bisherigen Probleme bereits etablierter Technologien an und verweisen damit auf Konfliktpotenziale. Nanomaterialien lassen sich mit bisherigen Werkstofftechnologien vergleichen, die – wie Asbest – anfangs primär als innovativ und problemlösend eingeschätzt wurden, deren zuvor wenig absehbare Nebenwirkungen sich erst spät in hohem Umfang gezeigt haben. Nanomaterialien werden so mit den vergangenen Umweltkonflikten in Verbindung gebracht (vgl. Swiss Re 2004a: 40). Bei Asbest dauerte es von den ersten Berichten über schädliche Wirkungen im Jahre 1898 bis zu einem Verbot von Asbest in der EU ein ganzes Jahrhundert. Der Asbestvergleich ist zwar in den Fachdiskussionen präsent, die sich mit zukünftigen Regulierungsperspektiven beschäftigen, in den Publikumsmedien spielt dieser Vergleich dagegen nur eine begrenzte Rolle (Grobe/Eberhard et al. 2005: 19).

Die massenhafte Verbreitung von ungebundenen industriellen Nanopartikeln könnte Konflikte um Umweltverschmutzung reaktualisieren. Nanopartikel können je nach Herstellungsverfahren und Freisetzungsintensität in das Wasser, in die Luft, ins Erdreich und in das Grundwasser gelangen. Über die langfristigen Wirkungen ist bisher wenig bekannt. Darüber hinaus werden Nanopartikel in den verschiedensten Wegwerfartikeln verwendet, die früher oder später als Müll entsorgt oder rezykliert werden müssen. ‚Natürliche' Nanopartikel werden unter dem Begriff Ultrafeine Partikel (UFP) bereits seit langem im Hinblick auf ihre Auswirkungen untersucht und stellen (in Form von Dieselabgasen) insbesondere für empfindliche Bevölkerungsgruppen wie ältere Menschen und Kinder eine Gesundheitsgefahr dar. Während diese Stäube nach wenigen Tagen zusammen klumpen, sind künstliche Nanopartikel häufig so behandelt, dass sie gerade nicht aggregieren und daher in der Luft verbleiben (Swiss Re 2004a: 27f).

Das so genannte „Grey Goo-Szenario", ein äußerst umstrittenes und unwahrscheinliches Szenario, in dem die Biosphäre durch unkontrollierbare Selbstreplikation von Nanomaterie verschlungen wird, markiert den extremen Gegenpunkt zur Vorstellung einer nachhaltigen Nano-Industrialisierung ohne Mangel und Umweltbelastung. Der dauerhaften Erschließung einer neuen Handlungsdimension steht somit die Horrorvision einer Zerstörung aller Handlungsdimensionen gegenüber (Joy 2000; als fiktionales Roman-Thema: Crichton 2002).

Szenarien, die die Möglichkeiten eines übermächtigen Überwachungsstaates durch allgegenwärtige Nanosensorik, den immer weniger wirksamen Datenschutz und den gläser-

nen Menschen der Zukunft in den Vordergrund stellen, rufen die Technikkonflikte um die Einführung der Informations- und Kommunikationstechnologien auf. Die zukünftigen Möglichkeiten, mittels Nanotechnologie immer kleinere, billigere, leistungsfähige und langlebige Sensoren zu entwickeln, und diese über die Konvergenz mit Informations- und Kommunikationstechnologien zu komplexen und allgegenwärtigen Netzwerken zu verbinden, übertreffen die bisherige Datenschutzproblematik bei weitem. Nanosensoren werden in eine Vielzahl von Produkten integriert sein, können für die individuelle Sicherheit und Gesundheitsversorgung genutzt werden, Schadstoffe in der Nahrungskette detektieren und industrielle Prozessverläufe optimieren. Sie können allerdings auch zu einer lückenlosen und unbemerkbaren Überwachung führen (Altmann 2006: 145) und ermöglichen eine unkontrollierbare Sammlung und Verteilung personenbezogener Daten und damit eine Machtkonzentration und den Missbrauch von Daten (Cobb/Macoubrie 2004; European Commission 2004b; Moor/Weckert 2004: 306 f.; Royal Society/The Royal Academy of Engineering 2004).

Hinsichtlich der Verbreitung von Nanotechnologie und dem Zugang zu nanotechnologischen Produkt- und Verfahrensinnovationen ist das Risiko einer Zwei-Klassen-Gesellschaft und einer weiteren globalen Kluft im Hinblick auf die Technikbeherrschung und -nutzung ein Negativszenario. Durch den exklusiven Zugang zu Nanotechnologie kann nationalstaatlich und global die gesellschaftliche Kluft zwischen Arm und Reich vertieft werden (*nano divide*).

4 Zum Verhältnis von Risiken und Konfliktpotenzialen

Die Risikowahrnehmung in der Nanotechnologie konzentriert sich auf Umwelt- und Gesundheitsrisiken, die direkt mit der jeweiligen Technik verknüpft sind und zudem absolute Risiken darstellen. Bei Umwelt- und Gesundheitsrisiken handelt es sich um Risiken, die tendenziell alle treffen können und für die nach Asbest, FCKW und BSE eine Sensibilisierung gegeben ist (EEA 2001). Der Schutz vor toxischen Stoffen in der Luft, im Trinkwasser und in Lebensmitteln ist eine universelle Forderung, die den Schutz aller anzielt. Es gibt auf dieser Ebene keine Gewinner und niemanden, der davon gesundheitlich profitiert. So handelt es sich hierbei um Konflikte um öffentliche Güter.

Eine ganz andere Kategorie von Risiken sind die indirekten sozialen und ökonomischen Risiken sowie Risiken im Hinblick auf die weitere Entwicklung nationaler und internationaler Politik. Die sozialen, ökonomischen und politischen Risiken sind relationale Risiken, da dem Verlust von Marktmacht oder politischer Macht der einen Akteure ein Machtgewinn anderer Akteure gegenübersteht. Diese Konfliktkonstellation der ökonomischen Risiken findet sich sowohl im internationalen Rahmen als auch im nationalen politischen Raum. Ziel der führenden Industriestaaten ist es, über nanotechnologische Produkt- und Verfahrensinnovationen ihre Position auf den Weltmärkten im Verhältnis zu anderen (Industrie-)Staaten auszubauen. Dem Risiko, auf den jeweiligen Weltmärkten zu verlieren, steht damit die Chance des Gewinnens gegenüber. Die daraus resultierenden Konflikte werden in der Regel nicht als Technikkonflikte wahrgenommen, da sie voraussichtlich in Form von Handelskonflikten verhandelt werden (siehe Abschnitt 5 unten).

Innerhalb der nationalstaatlichen Ökonomien verschieben sich voraussichtlich mit der Entwicklung und Implementierung von Nanotechnologien die Gewichte und Wachstums-

chancen von Branchen und Sektoren. Da die zukünftige Verteilung von Anteilen zwischen den Industriestaaten noch ungewiss ist und auch die Machtverschiebungen zwischen Branchen und Sektoren unabsehbar sind, stehen Gewinner und Verlierer noch nicht fest, die potenziellen Verlierer können keine Risikofaktoren ausmachen, die sich als solche artikulieren ließen.

Im Zentrum des Nano-Risikodiskurses stehen daher Umwelt- und Gesundheitsrisiken. Risiken werden im Allgemeinen als höher eingeschätzt bzw. weniger akzeptiert, wenn sie als besonders beunruhigend wahrgenommen werden (Swiss Re 2004a: 46; Wiedemann/Mertens 2005: 40), wenn sie in den Medien als gefährlich oder kontrovers gelten. Dies trifft für die Nanotechnologie nicht zu, da sie in den Publikumsmedien weitgehend positiv thematisiert wird (Anderson/Allan et al. 2005; Cobb 2005; Grobe et al. 2005; Lee et al. 2005), während die kontroverse Diskussion bisher auf sehr begrenzte Fachöffentlichkeiten beschränkt bleibt. Angst erregen zudem unbekannte Spätfolgen und eine mögliche tödliche Wirkung, doch zu beiden Themenkomplexen gibt es bisher keine kontroversen Positionen.[6]

Andere Faktoren treffen zu: Stark gewichtet werden Risiken mit einer unbekannten oder neuartigen Quelle (bzw. bei wenig gesicherten wissenschaftlichen Daten) sowie „menschengemachte Risiken“, für die es keine Möglichkeiten eigener Vorsichtsmaßnahmen gibt (u. a. da bisher keine Kennzeichnungspflicht existiert). Ein weiterer Faktor für eine hohe Risikoeinschätzung ist die ungleiche Verteilung von Risiken und Nutzen, die sich bei Nanotechnologie abzeichnen könnte (Produktion von Nanopartikeln: potenzielle Risiken für Anwohner und Angestellte, Nutzen für Unternehmenseigner und Konsumenten).

Die genannten Konfliktpotenziale und Risiken führen seit ca. 2003 zu einer nahezu unübersehbaren Anzahl an öffentlich geförderten Meetings und Dialogen zu Risiken der Nanotechnologie (BMU et al. 2005; Meili 2006). Entgegen der Befürchtung von Regierungen, dass die Thematisierung von Risiken die Entwicklung der Nanotechnologie blockiert, zeigt sich, dass die Risikodiskussion eine hoch produktive Dynamik in Gang setzt (ein Phänomen, das auch schon in der Gentechnik festgestellt wurde, vgl. Gottweis 2005). Der Risikodiskurs der vergangenen Jahre führt zur Konstituierung einer internationalen Expertengemeinschaft, die den Risiken mit wissenschaftlichen Anstrengungen beizukommen sucht. Erst mit dem umfassenden Risikodiskurs setzt die breite und öffentliche Diskussion über notwendige Klassifizierungs- und Standardisierungsprozesse ein, die gleichermaßen die Voraussetzung für Risikomanagement wie auch für die Entwicklung tatsächlich handelbarer Nanotechnologien (respektive Nanopartikel) ist.

5 Regulierungsvorschläge, die Technikkonflikte wachrufen

Vergangene Umwelt- und Technikkonflikte werden erneut aufgerufen, wenn Regulierungsvorschläge implizit oder explizit an Kontroversen vergangener Zeiten anknüpfen. Dazu gehört eine mögliche Kennzeichnungspflicht für Konsumprodukte. Im britischen Bericht

[6] Ein Review in *Science* zu toxischen Potenzialen von Materialien auf Nanoebene kommt nicht nur zum Ergebnis, dass die toxischen Effekte kein zentrales Problem sind und sich durch einen „rational scientific approach“ bewältigen lassen, sondern sieht auch noch Positives in der toxischen Wirkung: „For instance, the propensity of some nanoparticles to target mitochondria and initiate programmed cell death could be used as a new cancer chemotherapy principle“ (Nel et al. 2006: 627).

wird vorgeschlagen, dass Nanopartikel als Inhaltsstoffe angegeben werden müssen (Royal Society/The Royal Academy of Engineering 2004: 72 f.). Der Rückversicherer Swiss Re befürwortet eine Deklarationspflicht für Unternehmen, die mit nanotechnologisch behandelten Produkten arbeiten: „Eine solche Maßnahme würde es der Assekuranz ermöglichen, Produkte dieser Art in ihren Versicherungsbeständen zu identifizieren" (Swiss Re 2004a).

Kennzeichnung ist stark mit der entsprechenden Auseinandersetzung in der grünen Gentechnik verbunden (vgl. Gill 2003: 197 ff). Die Auseinandersetzung um die Kennzeichnung gentechnisch modifizierter Organismen hat seit dem Jahre 2003 eine internationale handelspolitische Konfliktdimension, da die USA gegen die EU-Regeln zur Zulassung von gentechnisch veränderten Lebensmitteln bei der Welthandelsorganisation (WTO) klagen und ein Zwischenbericht aus dem Februar 2006 den Klägern Recht gibt.[7] Während Kennzeichnung aus der Perspektive der US-amerikanischen Handelspolitik ein Handelshemmnis darstellt, ist Kennzeichnung aus verbraucherpolitischer Perspektive die Voraussetzung für Transparenz und Wahlfreiheit.

In Bezug auf die Nanotechnologie zeigt sich eine ambivalente Dynamik hinsichtlich der Kennzeichnung: Eine US-amerikanische NGO nutzte bisher das Thema der Kennzeichnung für eine Aktion, die an den Widerstand gegen Genfood anknüpft: Die Umweltgruppe THONG protestierte im Mai 2005 in Chicago vor der US-amerikanischen Bekleidungskette Eddie Bauer gegen Kleidung mit Nanotex-Fasern: Auf nackten Rücken war in Anlehnung an Kernkraft und Gentechnik zu lesen: „Eddie Bauer – Hazard" und „Expose the truth about NanoTech". 2006 ist ‚Nano' allerdings ganz anders in den Schlagzeilen: Das deutsche Unternehmen Neosino vertreibt teure Nano-Produkte, die wohl keine Nanomineralien enthalten (siehe oben). Und Ende März 2006 werden (ebenfalls in Deutschland) 97 zum Teil schwerwiegende Vergiftungsfälle nach der Anwendung eines „Nano"-Versiegelungssprays namens Nano-Magic gemeldet. Auch bei diesem Produkt blieb unklar, ob es überhaupt Nanopartikel enthielt – eindeutig ließ sich lediglich feststellen, dass das Produkt zu Unrecht ein TÜV-Prüfsiegel trug. Mit diesen Fällen könnte die Kennzeichnung zu einem Mittel der Qualitätssicherung werden statt zu einem Mittel, den Konsum zu vermeiden.

Ein weiterer Vorschlag, der auf vergangene Konflikte rekurriert, ist die Forderung nach einem Moratorium. Im Vorfeld des Weltgipfels für nachhaltige Entwicklung in Johannisburg im Jahre 2002 forderte die ETC Group ein Moratorium. Die Argumentation lautete folgendermaßen: Da Nanotechnologie im Gegensatz zu Gentechnik im Allgemeinen mit elementaren Bausteinen des Lebens arbeitet – anstatt mit dem Leben selbst – hat sie eine große politische Aufmerksamkeit mit entsprechenden Regulierungsanforderungen vermeiden können. So hat die US-amerikanische *Food and Drug Administration* (FDA) noch keine Politiken oder Protokolle im Hinblick auf die Sicherheit von Nanopartikeln in bereits auf dem Markt existierenden Produkten etabliert. Da jedoch die „Kontamination"[8]

[7] Die Dokumente zu der Auseinandersetzung sind mit der Case-Number DS/291, DS292, DS293 recherchierbar unter: http://www.wto.org/english/tratop_e/dispu_e/dispu_status_e.htm.

[8] Die Bezeichnung „Kontamination" ruft wiederum die Auseinandersetzung um Atomtechnik und grüne Gentechnik auf. Die Verbreitung von transgenem Material in die Umwelt – und damit verbunden die Ausbreitung von Pollen und die Aufnahme des Pflanzenmaterials durch Mikroorganismen im Boden – wird in den Kampagnen gegen Gentechnik als eine Verschmutzung darstellt. Die Aktivisten führen seit 1998 ‚Dekontaminationen' durch: Sie entfernen transgene Pflanzen von den Versuchsfeldern, wobei sie weiße Schutzkleidung mit Mundschutz und Handschuhen tragen. Sie verpacken die ausgerissenen Pflanzen in Plastiksäcken, die das offizielle Gefahrenzeichen für ‚Biohazard' tragen, und übergeben es den lokalen Umweltbehörden zur Entsorgung (Gill 2003: 199 ff).

von lebenden Organismen durch Nanopartikel zunehmen würde, verlangte die ETC Group, die Staatsoberhäupter sollten auf dem Weltgipfel für Nachhaltige Entwicklung in Johannisburg ein Moratorium zur kommerziellen Produktion neuer Nanomaterialien beschließen und gleichzeitig einen transparenten globalen Prozess zur Bewertung der sozioökonomischen sowie der Gesundheits- und Umweltwirkungen der Technologie initiieren (ETC Group 2002). Das Moratorium gibt es nicht, jedoch gehört die Bezugnahme auf die Moratoriumsforderung fortan zu jeder Argumentation von Regulierungsmodellen. Hier fungiert die Idee eines Moratoriums für kommerzielle Produkte[9] als Schreckenszenario, von dem sich die Vertreter fast aller Regulierungsmodelle abgrenzen.

6 Was ist Nanotechnologie? Standardisierung als gemeinsamer Nenner

Bei den Regulierungsoptionen befinden sich die diskutierten Optionen generell zwischen den zwei Extremvarianten der Nicht-Regulierung auf der einen Seite und des Verbots auf der anderen. Es lassen sich verschiedene Regulierungsansätze identifizieren (European Commission 2004b: 22 ff.), wobei eine „Laissez-faire"-Option als inadäquat gilt, da einige Gefahren in Bezug auf Nanotechnologien evident sind, es eine starke Ungewissheit über weitere Risiken gibt und ein hohes Maß an Umwelt- und Verbraucherschutz so nicht zu gewährleisten ist. Freiwillige Maßnahmen reichen ebenfalls nicht aus. Ein spezifisch auf Nanotechnologie ausgerichteter Regulierungsprozess scheint wenig geeignet zu sein, da die Technologie aufgrund ihrer Heterogenität die Zuordnung zu verschiedenen Regulierungsbereichen und gesetzlichen Regelungen erfordert. So zeichnet sich im Moment die Option eines kontinuierlichen Beobachtungsprozesses ab, in dem bestehende gesetzliche Regelungen (zu gefährlichen Substanzen, Klassifizierung, Kennzeichnung, etc.) genutzt, überprüft und gegebenenfalls verändert und ergänzt werden. Durch diese Regulierungsform soll der Rahmen für ein Monitoring der Nanotechnologie (Erhebung und Verarbeitung relevanter Daten) geschaffen werden, der die Voraussetzung für eine spätere Regulierung, die auf mehr Daten beruht, bietet (European Commission 2004b: 24).

Aktuell führt das Fehlen von Daten Akteure mit unterschiedlichen Interessen zusammen: Die Forderung nach öffentlich geförderter Forschung zur Bewertung von Nanotechnologie, respektive Nanopartikeln, eint Industrie, NGOs, Verbände und Versicherungen. Für eine Regulierung sind konkrete Definitionen von spezifischen Nanotechnologien notwendig, da die bestehenden Klassifizierungen Nanopartikel nur unzureichend abbilden können (EPA 2005: 26). Somit ist die Entwicklung einer Nomenklatur eine vordringliche technologiepolitische Anforderung, in deren Rahmen sich die Interessen der Beteiligten treffen.[10]

[9] Jüngst ist allerdings die Forderung nach einem Moratorium und einem Bann für spezifische militärische Anwendungen, die sich aus der Nanotechnologie ergeben können, erhoben worden (Altmann 2006).

[10] Internationale Kooperation gibt es dazu seit 2004 (siehe den Überblick bei Roco 2005: 141 f.), und eine spezielle internationale Normungsinitiative (ISO/TC 229 „Nanotechnologies") begann 2005. Seit 2004 werden entsprechende Initiativen in Gang gebracht (European Commission 2004a: 23; Malsch/Oud 2004: 77, 90; European Commission 2005: 11). In den USA enthält das aktualisierte nationalstaatliche Förderprogramm Initiativen (National Science and Technology Council 2004; President's Council of Advisors on Science and Technology 2005: 45), in der Technikfolgenabschätzung (Luther 2004: 94 f) und aus der Versicherungswirtschaft (Swiss Re 2004b: 37) wird die Entwicklung von Standards gefordert, und die europäische Technologiepolitik nimmt sich der Entwicklung ebenfalls an (European Commission 2004b). In Deutschland startete im März 2006 das vom BMBF

Statt spezifische Governance-Formen für das Feld der Nanotechnologie zu entwickeln, wird das Technologiefeld in seinen verschiedenen Aspekten in bereits bestehenden Regulierungsformen geregelt. Damit werden Konfliktpotenziale weit verteilt, entbündelt und kommen voraussichtlich nur als punktuelle Konflikte zu eng begrenzten Fachfragen zum Tragen, nicht dagegen als Konflikte um ‚die Nanotechnologie'. Damit werden aber zugleich die Möglichkeiten, eine Schlüsseltechnologie umfassend zu gestalten, minimiert, da Gestaltung gerade bedeutet, Governance-Formen zu entwickeln, in denen kontroverse Interessen benannt und Ziele und Prioritäten der Technologieentwicklung ausgehandelt werden. Denn im Falle einer neuen Schlüsseltechnologie bedeutet die Gestaltung von Innovationspfaden zugleich, Pfade umfassender gesellschaftlicher Veränderungen zu generieren (Schaper-Rinkel 2003).

7 Konfliktpotenziale, Konflikte und Governance-Formen

Der starke Anstieg der öffentlichen Aufmerksamkeit für die Nanotechnologie in den führenden Industriestaaten ist bisher mit einer hohen Akzeptanz für Nanotechnologie verbunden, wie Studien aus unterschiedlichen Länder zeigen (Canadian Biotechnology Secretariat 2005; Gaskell et al. 2005).

Die wichtigste Lehre aus vergangenen Technik- und Umweltkonflikten besteht in der möglichst frühen und umfassenden Erhebung der öffentlichen Meinung und eventueller Konfliktpotenziale und im Dialog mit möglichst allen Beteiligten. Bis zum Jahre 2004 bildet die Nano-Technikfolgenabschätzung einen zentralen diskursiven Knotenpunkt, der technische, soziale, und gesellschaftliche Optionen und Diskurse verbindet und verhandelbar macht. Da umfassende TA-Studien, die von Regierungen oder Parlamenten initiiert wurden (z.B. TAB 2003; Royal Society/The Royal Academy of Engineering 2004), sich nicht auf die Analyse von Technologien beschränken, sondern auch Technik-Visionen und konkurrierende gesellschaftliche Ansprüche an zukünftige Technologien analysieren und bewerten, sind sie gleichermaßen Teil der entstehenden Governance als auch (implizit oder explizit) strategischer Diskurs zur weiteren Entwicklung der Nano-Governance.

Neben TA-Studien werden international zunehmend dialogische und partizipative Verfahren genutzt (wie Verbraucherkonferenzen, Gruppengespräche, Runde Tische oder Konsensuskonferenzen), um einerseits Wissen über Konfliktpotenziale und Regulierungsnotwendigkeit zu erheben und (potenzielle) Kritiker in den Prozess einzubinden. Die Dialoge sind in der Regel von staatlichen Institutionen finanziert, werden aber von privaten Organisationen (Agenturen, Institutionen) durchgeführt und integrieren je nach Verfahren interessierte und beteiligte Parteien (Stakeholder) sowie BürgerInnen.[11] In experimentellen Untersuchungen wird das Vertrauen der Bürger in staatliche Institutionen untersucht und eruiert, wie sich das Vertrauen in die Regulierung der Nanotechnologie erhöhen lässt (Macoubrie 2005). Akteure aus dem Umweltbereich sind in verschiedener Weise in die Diskussion einbezogen: In Deutschland erstellte das *Institut für ökologische Wirtschaftsforschung*

geförderte Projekt Nanocare mit dem Ziel, die Auswirkungen industriell hergestellter Nanopartikel auf Gesundheit und Umwelt zu untersuchen.

[11] In Deutschland wurde im Herbst 2006 eine vom Bundesinstitut für Risikobewertung in Auftrag gegebene Verbraucherkonferenz durchgeführt.

(IÖW) im Auftrag des BMBF eine umfangreiche Studie zu Nachhaltigkeitseffekten von Nanotechnologie (Steinfeldt 2004). Auch traditionell kritische Akteure, wie Greenpeace, setzen auf Gestaltung statt auf Protest (Arnall 2003).

Die ETC Group, die die radikalste Nanokritik formuliert (ETC Group 2003; ETC Group 2004) und damit eine globale Resonanz erfährt, wird von unterschiedlichen Seiten eingeladen, ihren Standpunkt darzulegen, und beteiligt sich an diversen Dialogforen. Allerdings dürfte ihre Verhandlungsressource in ihrer potenziellen Mobilisierungsfähigkeit (und damit der Polarisierung von Konflikten) liegen. Insgesamt lässt sich bisher eine wechselseitige und interdependente Strategie von staatlichen Akteuren einerseits und unterschiedlichen Expertengemeinschaften und Umweltakteuren andererseits feststellen, die Gestaltung und Regulierung des Technologiefeldes Nanotechnologie in einer kooperativen Form anzugehen.

Kontroversen sind bisher lediglich in Großbritannien festzustellen: Im Jahr 2003 äußerte sich der englische Thronfolger Prinz Charles negativ zu den Gefahren der Nanotechnologie; der britische Wissenschaftsminister versuchte, die Wogen wieder zu glätten, und schließlich beauftragte die Regierung die *Royal Society* und die *Royal Academy of Engineering* mit einer Studie zum Stand der Nanotechnologie und zu den Regulierungsnotwendigkeiten (BBC NEWS 2003). In dem Abschlussbericht (Royal Society/The Royal Academy of Engineering 2004) werden nicht nur eine umfassende Risikoforschung, sondern zudem eine stärkere Regulierung von Nanopartikeln auf europäischer Ebene und umfassende und wirksame Maßnahmen zur gesellschaftlichen Teilhabe am Prozess der weiteren Technikentwicklung gefordert. Der Bericht stellt als erste staatlich initiierte Studie die gesellschaftliche Dimension in den Vordergrund: Statt Wettbewerbsfähigkeit und/oder ein schnelles Wachstum um (fast) jeden Preis wird die Ausrichtung der Technologieentwicklung auf gesellschaftliche Anforderungen hin gefordert. Als Ursachen von Technisierungskonflikten werden unzureichende Entscheidungsprozesse ausgemacht, die relevante Gruppen und potenziell Betroffene nicht integrieren und daher unzureichende Lösungen generieren bzw. problembeladene Technologiepfade einschlagen. Entsprechend dieser Analyse sind partizipatorische Instrumente ein wichtiges Instrument für die weitere Gestaltung. Gefordert wird mehr Transparenz, mehr Partizipation und ein stärkerer Interessenausgleich. Im Februar 2005 reagierte die Britische Regierung auf den Bericht, lobte ihn ausgiebig (UK Government 2005), ließ jedoch nichts daraus folgen, wie die *Royal Society* und die *Royal Academy of Engineering* kritisieren. Da die Regierung nicht bereit sei, Geld für weitere Risikoforschung auszugeben, könnten auch keine Grundlagen für eine adäquate Regulierung geschaffen werden (Royal Society 2005).

Die britische Situation wirft die Frage auf, in welche Richtung die Lernprozesse gehen. Konfliktpotenziale sind bei der Nanotechnologie – im Gegensatz zu früheren konfliktträchtigen Technologien – über elektronische Kommunikation und Information global und sofort kommunizierbar. Technikkritik, auch massive Kritik wird nicht ignoriert, sondern wird umfassend aufgegriffen im Sinne einer Erwähnung und Kommentierung. Dies zeigt das Beispiel ETC Group, auf die in TA-Berichten eingegangen wird. Diese Offenheit kann auf eine partizipative Technologiepolitik verweisen oder aber auf eine Politik, in der jeder über alles sprechen darf, jedoch nichts passiert. Die vielfältigen Informations-Kampagnen der deutschen Nanotechnologiepolitik (BMBF 2004a, 2004b, 2005a, 2005b) zeigen einen affirmativen Technikdeterminismus, indem der Nanotechnologie per se diverse positive Ef-

fekte zugeschrieben werden, ohne dass auf die hohen politischen Gestaltungsanforderungen eingegangen wird, die notwendig sind, um zu nachhaltigen Innovationspfaden zu kommen.

In der europäischen Politik hat die Europäische Kommission unter der Federführung der *Generaldirektion Forschung* eine offizielle Strategie zur Nanotechnologie vorgelegt, die auf Beschleunigung der Entwicklung und auf Wettbewerbsfähigkeit gerichtet ist und keine Partizipationsansätze (außer für industrielle Akteure und Wissenschaft) vorsieht (Europäische Kommission 2004). Die *Generaldirektion Gesundheit und Verbraucherschutz* der Kommission organisiert Konferenzen zu Risikoeinschätzungen und Regulierungsoptionen – ohne dass es aus diesem Bereich politikrelevante Dokumente gibt (European Commission 2004b). Ähnliches zeigt sich in der europäischen Politik auch bei der Bildung von beratenden Gremien, die Visionen entwickeln. Industrievertreter und Naturwissenschaftler entwickeln Visionen für Technologiefelder, die in den nächsten Jahren mit hohem Finanzvolumen auf europäischer Ebene gefördert werden (HLEG 2004a). Für die allgemeinen Hochtechnologie-Visionen, aus denen keine konkrete Förderung folgt, ist dagegen ein Expertengremium aus einem breiten – primär gesellschaftswissenschaftlichen – Spektrum (HLEG 2004b) zuständig. Je konkreter es um die Definition spezifischer Innovationspfade geht, und je stärker damit die Zuweisung von Ressourcen verbunden ist, desto enger ist der Kreis derer, die Entscheidungen vorbereiten.

Hier zeigt sich das Problem, wie entscheidungsrelevant wessen Dialoge, Partizipation und Kooperation in der Governance der Nanotechnologie sind. Auf dem Feld der Nanotechnologie umfassen die Begriffe der Partizipation und des Dialogs vielfach Unterschiedliches. Die Europäische Kommission und auch die deutschen Bundesregierungen (also Government) verwenden die Begriffe, fassen darunter aber faktisch eine soweit wie möglich eindirektionale Kommunikation ‚von oben nach unten', in der die vermeintlich feststehenden positiven Innovationspotenziale der Nanotechnologie einer zu Unrecht skeptischen Öffentlichkeit vermittelt werden müssen.[12] Partizipation im starken Sinne der Beteiligung an der Verteilung von Ressourcen wird entweder auf Akteure aus Wirtschaft und Wissenschaft beschränkt, oder aber mit einer klaren Zielvorgabe der Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen bzw. europäischen Wirtschaft verbunden. Der Begriff des Dialogs wird nicht nur für einen tatsächlich bi-direktionalen Austausch von Positionen genutzt, sondern auch für die staatliche Öffentlichkeitsarbeit zur Verbreitung der Regierungsprogrammatik.[13] Und Partizipation bezieht sich nicht auf die Beteiligung an Entscheidungen, sondern auf die Möglichkeit, Meinung kundzutun. Partizipation und Dialog sind somit einerseits tatsächlich zentral für die Governance der Nanotechnologie, allerdings eingeschränkt darauf, heterogene Akteure aus Wirtschaft und Wissenschaft einzubinden.[14] Po-

[12] So definiert die Europäische Kommission ‚Dialog' in ihrer Nanotechnologiestrategie faktisch als effektive Kommunikation vermeintlicher Tatsachen: „Ohne ernsthafte Bemühungen um Kommunikation könnten nanotechnologische Innovationen zu Unrecht negativ von der Öffentlichkeit aufgenommen werden. Ein effektiver Dialog erweist sich als unerlässlich" (Europäische Kommission 2004: 23).

[13] Zum Beispiel verwendet das BMBF den Begriff des Dialogs in dieser Weise: „Das BMBF wird mit der Wirtschaft und der breiten Öffentlichkeit einen Dialog starten, um Anwendungsfelder mit hohem Marktpotenzial und gesellschaftlichem Nutzen zu identifizieren" (BMBF 2002: 7).

[14] Partizipation hat unterschiedliche Adressaten: Im „Impulskreis Nanowelten", der direkt mit der Regierung/Kanzler/in verbunden ist, sind nur Industrie und Wissenschaft vertreten, keine NGOs oder Umweltverbände. Dagegen ist im von Ministerien initiierten „Dialog Nanopartikel" (www.dialog-nanopartikel.de), bei dem nicht einmal formuliert ist, wozu die Ergebnisse dienen sollen, eine breite Beteiligung unterschiedlicher Akteure realisiert worden.

tenziell kritische Stimmen wie Umweltakteure fordern in Deutschland bisher keine stärkere Beteiligung an Entscheidungsprozessen.

Konzepte zu Governance-Formen, in denen über Wissenschaft und Wirtschaft hinaus zivilgesellschaftliche Gruppen wirksam an Entscheidungsprozessen mitwirken könnten, werden bisher lediglich in Großbritannien – dem Land, in dem die Konfliktpotenziale offen formuliert werden – entwickelt: Dazu gehören Forderungen nach einer umfassenden Veröffentlichungspflicht für Unternehmen, die Nanopartikel herstellen und verarbeiten (eine Grundlage, um überhaupt erst einen hohen Wissensstand aller Beteiligten zu gewährleisten, vgl. Royal Society/The Royal Academy of Engineering 2004: 86), nach einer kontinuierlichen öffentlichen Finanzierung von partizipativen Prozessen, nach einer Evaluation von Dialogen und nach verbindlichen Regeln darüber, in welcher Weise die Regierung mit den Ergebnissen von Dialogen (*public engagement*) verfährt (Royal Society/The Royal Academy of Engineering 2004: 64 ff.). Die offene Artikulation und Verdichtung von Konfliktpotenzialen scheint somit eine Voraussetzung dafür zu sein, einen Prozess der Regelsetzung in Gang zu setzen, der eine wirkungsvolle Beteiligung von Akteuren ermöglichen könnte, deren Handeln nicht primär am Ziel ökonomischer Beschleunigung ausgerichtet ist.

8 Schluss

Für die Nanotechnologie lassen sich zwar Konfliktpotenziale, jedoch *bisher* keine Muster von Konfrontation und Polarisierung feststellen. Allerdings ist es auch weder zu einer breiten Einführung von Nanotechnologien gekommen noch zur Thematisierung spezifischer und konkreter Risiken. So zeichnet sich bis jetzt keine Konstellation ab, in der die Nanotechnologie generell (oder in weiten Teilen) abgelehnt wird. Konflikte zeichnen sich in der konkreten Ausgestaltung gemeinsam favorisierter Konzepte – wie dem einer nachhaltigen Entwicklung und der Anwendung des Vorsorgeprinzips – ab. Damit werden neben den Ergebnissen – den entsprechenden Innovationspfaden – gleichermaßen die *politischen Prozesse* zum Angelpunkt: Welche Governance-Formen ermöglichen die Entwicklung von nachhaltigen und vorsorgeorientierten Innovationspfaden? Wie wird Verbindlichkeit und Transparenz gewährleistet? In welchen institutionellen Formen ist Beteiligung (von wem) möglich, die die Entwicklung der Nanotechnologie nicht nur kommentiert, sondern tatsächlich in einer Weise formiert, die nicht nur bestehende industrielle Pfade von Wachstum weiterführt? Das strukturelle Problem für die Akteure, die für eine starke Nachhaltigkeit und eine wirksame Vorsorge eintreten, liegt darin, dass sie nicht auf überproportionale Wachstumsraten und epochemachende Erfindungen verweisen können.[15] Während sich dafür umfangreiche Förderprogramme und der Applaus des Publikums mobilisieren lassen, lässt sich die notwendigerweise entschleunigende politische Gestaltung von Innovationspfaden als bremsend denunzieren. Vorsorge bedeutet, die Langzeitwirkungen in die heutigen Entscheidungen einzubeziehen, braucht daher Zeit und hat möglicherweise zur Konsequenz, nicht *jede* technische Möglichkeit zu realisieren. Nachhaltige Entwicklung heißt globale Entschleunigung und steht damit im Gegensatz zur Wachstumseuphorie (Altvater/Mahnkopf 1997), die mit der Entwicklung der Nanotechnologie verbunden ist. Die Konfliktpotenziale sind enorm – die bisherigen Governance-Strukturen weisen dagegen auf

[15] Dieses Problem zeigt sich zum Teil bereits bei der der zwar unabdingbaren, aber nach Selbsteinschätzung wenig geschätzten (Nano)Partikeltoxikologie (Kurath/Maasen 2006).

die Fortführung von Innovationspfaden der Nanotechnologie hin, die primär auf Beschleunigung und Wachstum gerichtet sind.

Zwar scheinen die bisherigen Governance-Formen der Nanotechnologie auf den ersten Blick nur Gewinner zu produzieren: Regierungen, Industrie, Wissenschaft und NGOs sind in vielfältigen Foren miteinander im Gespräch und stellen gemeinsam ein hohes Wissensdefizit über die Auswirkungen der technologischen Entwicklung fest; statt konfrontativer Verhärtung der Fronten gibt es ein dialogisches und argumentativ abwägendes Miteinander; die Meinungen und möglichen Sorgen der Bürger und Bürgerinnen werden umfassend erhoben und gehen in den weiteren dialogischen Prozess ein. Doch die Milliarden an öffentlichen und privaten Mitteln, die seit Jahren in Forschung und Entwicklung gehen, bedeuten, dass nanotechnologische Produkte und Verfahren in einem Regulierungsrahmen entwickelt werden, der von den meisten Akteuren zumindest als suboptimal angesehen wird. Technologiepolitische Strategien, die darauf ausgerichtet sind, die als revolutionär etikettierte Nanotechnologie im Kontext der *bestehenden* Regulierung zu adressieren, diesen Regulierungsrahmen aber gewissenhaft dialogisch und partizipativ auf seine Angemessenheit hin zu befragen, laufen darauf hinaus, dass auf der einen Ebene Fakten geschaffen werden, während auf der anderen Ebene ein weitgehend abgekoppelter und damit konsequenzloser Dialog geführt wird. Einer ‚revolutionären' Technologie steht politisch ein *business as usual* gegenüber.

Auch wenn es in der Governance der Nanotechnologie scheinbar nur Gewinner durch kooperative Steuerungsformen zu geben scheint, lassen sich viele Widersprüche nicht im Sinne Aller lösen: Überproportionales quantitatives Wachstum, wie es die Industriestaaten mit der Nanotechnologie (bzw. mit den nanotechnologiebasierten Produkt- und Verfahrensinnovationen) perspektivisch zu erzielen suchen, steht einer ökologisch nachhaltigen Entwicklung entgegen. Wenn diese Unvereinbarkeit zwischen Wachstum und Ökologie in der Nanotechnologiepolitik aufgrund effizienter Governance-Strukturen nicht zu einem Konflikt wird, so zeigt sich damit, dass die bisherigen Governance-Praxen effizient in der Konfliktvermeidung und in der Erzeugung von Legitimität sind. Demokratische Entscheidungsstrukturen sind damit allerdings (noch) nicht geschaffen.

9 Literatur

Altmann, Jürgen (2006): Military Nanotechnology: Potential Applications and Preventive Arms Control, London; New York.

Altvater, Elmar/Mahnkopf, Birgit (1997): *Grenzen der Globalisierung: Ökonomie, Ökologie und Politik in der Weltgesellschaft*, Münster.

Anderson, Alison/Allan, Stuart/Petersen, Alan, et al. (2005): The Framing of Nanotechnologies in the British Newspaper Press, in: *Science Communication* 27 (2): 200-220.

Arnall, Alexander Huw (2003): *Future Technologies, Today's Choices. Nanotechnology, Artificial Intelligence and Robotics; A technical, political and institutional map of emerging technologies*, Greenpeace Environmental Trust, London.

BBC NEWS (2003): Sainsbury cool on 'nano-nonsense', in: http://news.bbc.co.uk/go/pr/fr/-/1/hi/sci/tech/2982133.stm.

Blumenthal, Julia von (2005): Governance - eine kritische Zwischenbilanz, in: *Zeitschrift für Politikwissenschaft* (04): 1149-1180.

BMBF, Bundesministerium für Bildung und Forschung (2002): *Strategische Neuausrichtung. Nanotechnologie in Deutschland.*, Bonn.

BMBF, Bundesministerium für Bildung und Forschung (2004a): *Nanotechnologie erobert Märkte. Deutsche Zukunftsoffensive für Nanotechnologie*, Bonn.
BMBF, Bundesministerium für Bildung und Forschung (2004b): *NanoTruck. Reise in den Nanokosmos. Die Welt kleinster Dimensionen*, Bonn.
BMBF, Bundesministerium für Bildung und Forschung (2005a): *Nanotechnologie. Innovationen für die Welt von morgen*, Bonn.
BMBF, Bundesministerium für Bildung und Forschung (2005b): *Werkstoffwelten. Entdeckungen im Kosmos der Stoffe*, BMBF, Bonn.
BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit/Umweltbundesamt/Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, et al. (2005): Stakeholder Dialog Synthetische Nanopartikel. Dokumentation zur „Bewertung von synthetischen Nanopartikeln in Arbeits- und Umweltbereichen", Dialog Nanopartikel, Bundesumweltministerium, Bonn.
Canadian Biotechnology Secretariat, (funded by) (2005): *First Impressions: understanding public views on emerging technologies*, Ottawa.
Cobb, Michael D. (2005): Framing Effects on Public Opinion about Nanotechnology, in: *Science Communication* 27 (2): 221-239.
Cobb, Michael D./Macoubrie, Jane (2004): Public perceptions about nanotechnology: Risks, benefits and trusts, in: *Journal of Nanoparticle Research* 6: 395-405.
Crichton, Michael (2002): *Beute*, München.
Drexler, Eric K./Peterson, Chris/Pergamit, Gayle (1991): *Experiment Zukunft. Die nanotechnologische Revolution*, Bonn; Paris; Reading.
EEA, European Environment Agency (2001): *Late lessons from early warnings. The precautionary principle 1896–2000*, Copenhagen.
EPA – U.S. Environmental Protection Agency (2005): *Nanotechnology White Paper. External Review Draft. Prepared for the U.S. Environmental Protection Agency by Members of the Nanotechnology Workgroup, a Group of EPA's Science Policy Council*, Washington.
ETC Group (2002): *No Small Matter! Nanotech Particles Penetrate Living Cells and Accumulate in Animal Organs*, Winnipeg.
ETC Group (2003): *From Genomes to Atoms. The Big Down. Atomtech: Technologies Converging at the Nano-scale*, Winnipeg.
ETC Group (2004): *Down on the Farm: The Impact of Nano-scale Technologies on Food and Agriculture*, Winnipeg.
ETC Group (2005): *NanoGeoPolitics. ETC Group Surveys the Political Landscape*, Winnipeg.
Europäische Kommission (2004): *Auf dem Weg zu einer europäischen Strategie für Nanotechnologie*, Kommission der Europäischen Gemeinschaften, Brüssel.
European Commission (2004a): *Towards a European Strategy for Nanotechnology*, Commission of the European Communities, Brüssel.
European Commission (2004b): Nanotechnologies: A Preliminary Risk Analysis On The Basis of a Workshop Organized in Brussels on 1–2 March 2004 by the Health and Consumer Protection Directorate General, Brüssel.
European Commission (2005): *Communication from the Commission to the Council, the European Parliament and the Economic and Social Committee. Nanosciences and nanotechnologies: An action plan for Europe 2005-2009*, Commission of the European Communities, Brussels.
Fiorino, Daniel J. (1990): Citizen Partizipation and Environmental Risk: A Survey of Institutional Mechanismen, in: *Science, Technology, & Human Values* 15 (2): 226-243.
Gaskell, George/Einsiedel, Edna/Hallman, William, et al. (2005): Communication: Enhanced: Social Values and the Governance of Science, in: *Science* 310 (5756): 1908-1909.
Gill, Bernhard (2003): *Streitfall Natur. Weltbilder in Technik- und Umweltkonflikten*, Wiesbaden.
Gottweis, Herbert (2005): Governing Genomics in the 21st century: Between Risk and Uncertainty, in: *New Genetics & Society* 24 (2): 175-194.

Grobe, Antje/Eberhard, Caspar/Hutterli, Martin (2005): *Nanotechnologie im Spiegel der Medien: Medienanalyse zur Berichterstattung über Chancen und Risiken der Nanotechnologie. Januar 2001 – April 2005*, Stiftung Risiko-Dialog, St. Gallen.

HLEG – High Level Expert Group Foresighting the New Technology Wave (2004a): *Vision 2020: Nanoelectronics at the Centre of Change*.

HLEG – High Level Expert Group Foresighting the New Technology Wave (2004b): *Converging Technologies – Shaping the Future of European Societies*.

IRGC – International Risk Governance Council (2005): *Survey on Nanotechnology Governance. Volume A: The Role of the Government*, Genf.

Joy, Bill (2000): Warum die Zukunft uns nicht braucht. Die mächtigsten Technologien des 21. Jahrhunderts - Robotik, Gentechnik und Nanotechnologie - machen den Menschen zur gefährdeten Art, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, 130, 6. Juni: 49-51.

Kurath, Monika/Maasen, Sabine (2006): Toxicology as a Nanoscience? – Disciplinary Identities Reconsidered, in: *Particle and Fibre Toxicology* 3 (6): o. S.

Lee, Chul-Joo/Scheufele, Dietram A./Lewenstein, Bruce V. (2005): Public Attitudes toward Emerging Technologies: Examining the Interactive Effects of Cognitions and Affect on Public Attitudes toward Nanotechnology, in: *Science Communication* 27 (2): 240-267.

Luther, Wolfgang (2004): *Industrial application of nanomaterials - chances and risks. Technology analysis.*, VDI-Technologiezentrum GmbH, Düsseldorf.

Macoubrie, Jane (2005): *Informed Public Perceptions of Nanotechnology and Trust in Government*, Woodrow Wilson International Center for Scholars. Project on Emerging Nanotechnologies, Washington.

Malsch, Ineke/Oud, Mireille (2004): *Outcome of the Open Consultation on the European Strategy for Nanotechnology*, nanoforum.org, o. O.

Marcinkowski, Frank (2001): Öffentliche Kommunikation als präventive Risikoerzeugung - Politikwissenschaftlich relevante Ansätze der Risikoforschung und neue empirische Befunde, in: Simonis, Georg/Renate Martinsen/Thomas Saretzki (Hrsg.): *Politik und Technik. Analysen zum Verhältnis von technologischem, politischem und staatlichem Wandel am Anfang des 21. Jahrhunderts,* Wiesbaden: 147-166.

Meili, Christoph (2006): *Nano-Regulation. A Multi-Stakeholder-Dialogue-Approach Towards a Sustainable Regulatory Framework for Nanotechnologies and Nanosciences*, The Innovation Society, St. Gallen.

Moor, James/Weckert, John (2004): Nanoethics: Assessing the Nanoscale from an Ethical Point of View, in: Baird, Davis/Alfred Nordmann/Schummer Joachim (Hrsg.): *Discovering the Nanoscale*, Amsterdam: 301-310.

National Science and Technology Council (1999): *Nanotechnology. Shaping the World Atom by Atom*, Washington.

National Science and Technology Council (2002): *National Nanotechnology Initiative: The Initiative and its Implementation Plan.*, Washington.

National Science and Technology Council (2004): *National Nanotechnology Initiative. Strategic Plan*, Washington.

Nel, Andre/Xia, Tian/Madler, Lutz, et al. (2006): Toxic Potential of Materials at the Nanolevel, in: *Science* 311 (5761): 622-627.

President's Council of Advisors on Science and Technology (2005): *The National Nanotechnology Initiative at Five Years: Assessment and Recommendations of the National Nanotechnology Advisory Panel*, Washington D. C.

Roco, Mihail C. (2005): The emergence and policy implications of converging new technologies integrated from the nanoscale, in: *Journal of Nanoparticle Research* (7): 129-143.

Roco, Mihail C./Bainbridge, William Sims (2001): *Societal Implications of Nanoscience and Nanotechnology*, National Science Foundation (NSF), Arlington, Virginia.

Roco, Mihail C./Bainbridge, William Sims (2002): *Converging Technologies for Improving Human Performance. Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science.*

Royal Society (2005): Government commits to regulating nanotechnologies but will it deliver?, in: http://www.royalsoc.ac.uk/news.asp?id=2976.

Royal Society/The Royal Academy of Engineering (2004): *Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties*, London.

Saretzki, Thomas (2001): Entstehung, Verlauf und Wirkungen von Technisierungskonflikten: Die Rolle von Bürgerinitiativen, sozialen Bewegungen und politischen Parteien, in: Simonis, Georg/Renate Martinsen/Thomas Saretzki (Hrsg.): *Politik und Technik. Analysen zum Verhältnis von technologischem, politischem und staatlichem Wandel am Anfang des 21. Jahrhunderts,* Wiesbaden: 185-210.

Schaper-Rinkel, Petra (2003): *Die Europäische Informationsgesellschaft. Technologische und politische Integration in der europäischen Politik*, Münster.

Science and Technology Committee (2004): *Too little too late? Government Investment in Nanotechnology. Fifth Report of Session 2003–04*, House of Commons, London.

Friedrich, Michael/Sesín, Claus-Peter (2000): Revolution in der Welt der Atome, Greenpeace Magazin 2.00, http://www.greenpeace-magazin.de/index.php?id=4030 (25.8.2006).

Steinfeldt, Michael (2004): Nachhaltigkeitseffekte durch Herstellung und Anwendung nanotechnologischer Produkte, in: *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* 13 (2): 34-41.

Swiss Re – Swiss Reinsurance Company (2004a): *Nanotechnologie. Kleine Teile - große Zukunft*, Zürich.

Swiss Re – Swiss Reinsurance Company (2004b): *Nanotechnology. Small matter, many unknowns*, Zürich.

TAB – Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (2003): *TA-Projekt Nanotechnologie. Endbericht*, Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag, Berlin; Karlsruhe.

UK Government (2005): *Response to the Royal Society and Royal Academy of Engineering Report. 'Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties'*, HM Government.

Wiedemann, Peter M./Mertens, Johannes (2005): Sozialpsychologische Risikoforschung, in: *Technikfolgenabschätzung - Theorie und Praxis* 14. Jahrgang (Nr. 3): 38-45.