

### Visionen von Ungleichheit und Egalität: über sozio-technische Effekte von Zukunftsszenarien der Nanotechnologie

Lösch, Andreas

Veröffentlichungsversion / Published Version

Sammelwerksbeitrag / collection article

#### Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Lösch, A. (2006). Visionen von Ungleichheit und Egalität: über sozio-technische Effekte von Zukunftsszenarien der Nanotechnologie. In K.-S. Rehberg (Hrsg.), *Soziale Ungleichheit, kulturelle Unterschiede: Verhandlungen des 32. Kongresses der Deutschen Gesellschaft für Soziologie in München. Teilbd. 1 und 2* (S. 3117-3126). Frankfurt am Main: Campus Verl. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-143115>

#### Nutzungsbedingungen:

*Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.*

*Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.*

#### Terms of use:

*This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.*

*By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.*

# Visionen von Ungleichheit und Egalität. Über sozio-technische Effekte von Zukunftsszenarien der Nanotechnologie

*Andreas Lösch*

## Einleitung

Für Wissenschaft, Wirtschaft wie die Massenmedien gilt die Nanotechnologie als wichtigste Zukunftstechnologie des 21. Jahrhunderts. Eine Vielzahl technischer Innovationen werden für die nächsten Jahrzehnte erwartet. Bei der Nanotechnologie handelt es sich um eine Querschnittstechnologie zwischen etablierten Technologien – so der Material-, Informations-, Kommunikations- und Gentechnologie. Einerseits soll die Nanotechnologie aufgrund dieses Querschnittcharakters durch neue Konvergenzen zwischen den einzelnen Wissenschafts- und Technologiebereichen zu Verbesserungen in den jeweiligen Bereichen führen. Andererseits soll sie aufgrund dieser neuen Konvergenzen – von Nano-, Mikro-, Bio- und Informationstechnologie – auch völlig neuartige Produkte ermöglichen. Was die Thematisierung der sozialen Wirkungen der Nanotechnologie anbelangt, so wird dieser Dopplung entsprechend, zum einen eine Verstärkung von soziale Ungleichheit und Egalität stiftenden Effekten prognostiziert, die sich bereits bei etablierten Alltags-, Kommunikations- und Gentechniken beobachten lassen. Zum anderen wird davon ausgegangen, dass die Nanotechnologie zu sozialen Effekten führen kann, die sich aufgrund der Neuartigkeit ihrer Produkte nicht abschätzen lassen (z.B. Roco/Bainbridge 2002; European Commission 2004).

Thematisiert werden diese sozialen Effekte in *Visionen* zukünftiger technischer Innovationen und Nutzungsweisen, die an den Schnittstellen zwischen Politik, Wissenschaft, Wirtschaft und den Massenmedien kommuniziert werden. An diesen Schnittstellen der Wissensvermittlung finden sich sehr unterschiedliche Visionen: zum Beispiel auf langfristige Entwicklungen bezogene, höchst futuristische Visionen wie die von autarken medizinischen Nanorobotern, die Wirkstoffe zielgerecht an Krankheitsherde im Körperinneren transportieren und direkt in den Zellen chirurgische Eingriffe vornehmen (z.B. Haas 2003). Es finden sich ebenso kurzfristige Visionen, relativ realistisch anmutende Szenarien, die die mögliche Integration und Nutzung nanotechnischer Produkte im zukünftigen Alltag darstellen: zum Beispiel Nutzungsszenarien biokompatibler Hüftgelenke, von Fahrradhelmen, die

den Kontakt zu Arbeitgebern halten oder von gegen Flecken beschichteten Stoffen (z.B. BmBF 2004: 28ff.).

Visionen der Nanotechnologie beinhalten jedoch nicht nur Darstellungen potentieller Nutzungsmöglichkeiten. Abgesehen von rein technischen Visionen, die sich auf neue Produktionsverfahren in einem Industriebereich begrenzen, entwerfen die meisten Visionen auch Szenarien sozialer Chancen und Risiken der Nutzung nanotechnischer Produkte. Beispielsweise könnten Innovationen im medizinischen Bereich zu Kostensenkungen im Gesundheitswesen und somit zu einem egalitäreren Zugang zu neuen Diagnosetechniken führen. Gleichzeitig könnten bestimmte Produkte nur zahlungskräftigen Patienten zur Verfügung stehen und damit den Trend zur Zweiklassenmedizin verstärken. Beispielsweise können die von der Nanotechnik erwarteten Verbesserungen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie horizontal das Netz der Nutzer erweitern. Gleichzeitig können kommunikationstechnische Körperimplantate die Möglichkeiten vertikaler Formen der Überwachung verstärken (z.B. Paschen u.a. 2004: 316f.).

Diese Formen der Thematisierung *egalitäts-* und *ungleichheitsstiftender* Effekte finden sich gehäuft in den Visionen nanotechnischer Zukunft. Sie sind ein konstitutives Element der Vermittlung zukünftiger nanotechnischer Produkte und der Produktion von Wissen über deren zukünftige Nutzungsweisen.

## 1. Forschungsperspektive

Mein wissens- und raumsoziologisch orientiertes Forschungsprojekt »Räume der biomedizinischen Mikrosystemtechnik« untersucht Strategien der Innovationsvermittlung im Bereich der medizinischen Mikro- und Nanotechnologie. Forschungsleitend ist die Frage, mit welchen Vermittlungsstrategien seitens Wissenschaft, Wirtschaft und Massenmedien Evidenzen für das Neue an der Nanotechnologie produziert werden. Aufgrund der Zukunftsorientierung der Innovationsvermittlungen eignen sich gerade Visionen als sinnproduzierende *Kommunikationsmedien* (Luhmann 1998: 190ff.). Visionen lassen sich als konstitutive Wissens Elemente in den Verständigungsprozessen zwischen den Diskursen der Wissenschaft, Wirtschaft und Massenmedien analysieren. Aus wissenssoziologischer Sicht kann davon ausgegangen werden, dass eine Produktion von Wissen über das Neue nur über die Neukombination von vertrauten und erprobten Wissens Elementen wissenschaftlicher, wirtschaftlicher und massenmedialer Diskursordnungen möglich ist (z.B. Maassen/Weingart 2000). Visionen sind hybride Wissensformen, an denen sich solche »Diskursinnovationen« analysieren lassen (Lösch 2004).

Aus raumsoziologischer Perspektive lassen sich diese Wissensproduktionen zudem als Prozesse der »Kolonisation« von Zukunftsräumen beschreiben. Visionen konstituieren und strukturieren *Möglichkeitsräume* potentieller Innovationen und Nutzungsweisen. Visionäre Diskurse lassen sich damit als *strategische Mittel* in »Kämpfen« um die Zukunft einer Technologie analysieren (Brown u.a. 2000). In diesen Kämpfen werden performativ durch Prozesse der Inklusion und Exklusion die Grenzen des Möglichen abgesteckt (z.B. Konrad 2004). Metaphorisch betrachtet, wird das »Territorium« mit zukünftigen Innovationen – nicht nur technischen Produkten, sondern auch sozialen Nutzungsweisen und deren Verteilung über den sozialen Raum – kolonisiert. Technische Produkte und ihre Nutzungsweisen werden in einen (bzw. in einem) *vorgestellten* und zugleich bereits *realisierten* Raum ein- und angeordnet. Vorgestellt ist der Raum insofern, da es sich um Darstellungen zukünftiger Produkte und Nutzungsweisen handelt; realisiert, da die zukünftigen Produkte und Nutzungsweisen in existierende sozio-technische Strukturen eingeordnet werden, die selbst mit Hilfe räumlicher Semantiken kommuniziert werden. Strukturiert werden diese visionären Möglichkeitsräume durch semantische Unterscheidungen, unter denen eine gewichtige und funktionale Unterscheidung die Dichotomie *Egalität/Ungleichheit* ist.

Im Folgenden wird in Auseinandersetzung mit den vorliegenden programmatischen und empirischen Befunden des Vision Assessments der Technikfolgenabschätzung zur Nanotechnologie expliziert, warum *räumliche* Dimensionen von Visionen für die Untersuchung ihrer *Wirksamkeit* mindestens ebenso entscheidend sind, wie die übliche Untersuchung des *Realitätsgehalts* und der *zeitlichen* Dimensionen von Visionen. Zudem wird ausgeführt, inwiefern die Unterscheidung *Egalität/Ungleichheit* eine funktionale Strukturierung der Ordnungen der umkämpften Möglichkeitsräume der Nanotechnologie leistet, und damit die Durchsetzung spezifischer sozio-technischer Konstellationen der Implementierung nanotechnischer Innovationen begünstigen kann.

## 2. Vision Assessment und Technikfolgenabschätzung

Seitens der Technikfolgenabschätzung wird die konstitutive Rolle von Visionen für die sozio-technische Implementierung von Technologien und damit die Notwendigkeit ihrer Erforschung schon seit einiger Zeit eingefordert (z.B. Mambrey u.a. 1995; Dierkes u.a. 1996; Grin/Grunwald 2000). Begründet wird dies durch die Einsicht, dass Visionen als *strategische Mittel* die Entwicklungspfade und die sozio-technische Durchsetzung von Innovationen beeinflussen können, und als *Kommunikationsmedien* eine gemeinsame Plattform der Verständigung zwischen den an der

Entwicklung und Anwendung neuer Technologien beteiligten Akteuren bilden. Insofern ist die Erforschung von Visionen für die Technikfolgenabschätzung in zweifacher Hinsicht relevant: In ihrer *prospektiven* Funktion ermöglicht die Auseinandersetzung mit Visionen und die Beobachtung der Durchsetzung bestimmter Visionen, eine Abschätzung zukünftiger Möglichkeiten und Risiken einer neuen Technologie. In ihrer *gestaltenden* Intention kann die Technikfolgenabschätzung Visionen selbst als Medien der Kommunikation mit den an der Technologieentwicklung und -anwendung beteiligten Akteuren – so den Entwicklern, Investoren und der Öffentlichkeit – nutzen, um gewünschte Innovationsprozesse durch den vermittelnden Dialog zu fördern.

Im Endbericht des TA-Projektes »Nanotechnologie« des *Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, Berlin* wird die Notwendigkeit einer »kritischen Auseinandersetzung« mit den Visionen der Nanotechnologie als »wichtiger Beitrag zur rationalen und problemadäquaten Diskussion über die Zukunft der Nanotechnologie« empfohlen (Paschen u.a. 2004: 20). Armin Grunwald, *Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse, Karlsruhe*, betonte unlängst eine neue Relevanz des Vision Assessment für die Technikfolgenabschätzung der Nanotechnologie, die eine Erweiterung bisheriger Ansätze des Vision Assessments erfordere (Grunwald 2004). Vision Assessment wird von Grunwald als eine Weiterentwicklung leitbildorientierter Ansätze der Technikfolgenabschätzung und in Abgrenzung zur Nutzung von Visionen im Unternehmensmanagement konzipiert. Im Vergleich zu Leitbildern und Visionen des Unternehmensmanagements, die im Kontext konkreter technologischer Entwicklungen und als auf die Praxis bezogene Zukunftsbilder entworfen werden, seien Visionen durch ihren Langzeitbezug und ihre stärker spekulativen Elemente charakterisiert. Visionen seien eine Art Zwischenglied zwischen Leitbildern und Science Fiction Stories (Grunwald 2004: 2ff.). Gerade futuristische Visionen gelten für die Technikfolgenabschätzung der Nanotechnologie als von besonderer Relevanz. Ein Vision Assessment zur Nanotechnologie, so der TA-Bericht, könnte beispielsweise die Aufgabe haben, durch eine kritische Prüfung der Visionen überzogene Erwartungen und Ängste im Vorfeld zu identifizieren, die sich später als Hemmnis für eine Innovation herausstellen könnten (Paschen u.a. 2004: 20).

Diese Form des Vision Assessments setzt damit die Festlegung von Unterscheidungskriterien zur *Ordnung* und *Bewertung* von Visionen voraus. Im TA-Bericht werden die Visionen der nanotechnischen Zukunft unterschieden – in »optimistische und pessimistische Visionen«, in »utopische und realistische Visionen« sowie in »Kurzfrist-/Langfristvisionen«. Im Vergleich zu utopischen Visionen bauen realistische Visionen »auf wissenschaftlichen Erkenntnissen ihrer Zeit auf, widersprechen nicht den bekannten Naturgesetzen« und »Rahmenbedingungen der vorgestellten Entwicklung« (ebd.: 257). Langfristvisionen umspannen »Zeiträume von anderthalb

bis vielen Jahrzehnten, Kurzfristvisionen beziehen sich höchstens auf die nächsten 15 Jahre« (ebd.). Die Visionen zur Nanotechnologie werden zwei Diskursen zugeordnet. Die empirische Grundlage dieser Ordnung bilden Visionen, die vor allem im US-amerikanischen Raum entwickelt wurden, in Europa bzw. Deutschland jedoch in den Massenmedien diskutiert werden.

Dem ersten Diskurs werden realistische Kurz- und Langfristvisionen der Forschungspolitik, Wissenschaft und Wirtschaft, die im Umfeld der Workshops der *National Nanotechnology Initiative (NNI)* entwickelt wurden, zugeordnet (ebd.: 19f.). Kurzfristig-realistische Visionen aus dem Umfeld des *NNI* wären zum Beispiel die Entwicklung synthetischer innerer Organe, technische Ersatzmaterialien für Sinnesorgane, Steigerung der Zuverlässigkeit elektronischer Systeme durch präzisere Fertigungsmöglichkeiten, Textilien mit neuartigen Funktionen und Eigenschaften (ebd.: 263). Langfristig-realistische Visionen wären die Vorstellungen von neuen Möglichkeiten der Telepräsenz, der Abmilderung des altersbedingten Lebensabbaus, der Verbesserung menschlicher Fähigkeiten, der zielgenauen Medikation, unsichtbaren Artefakten für Überwachungszwecke (ebd.: 264).

Den zweiten Diskurs dominieren nach dieser Zuordnung stark futuristische und utopische Langfristvisionen aus dem Umfeld des von Eric Drexler gegründeten US-amerikanischen *Foresight Instituts* (ebd.: 19f.). Optimistisch-unrealistische Visionen des stark futuristischen und utopischen Diskurses sind nach dieser Ordnung vor allem die von Eric Drexler entwickelten Visionen zukünftiger Nano-Maschinen, sogenannte »Assembler«, welche durch Moleküldesign so ziemlich alle makroskopischen Stoffe und Produkte herstellen könnten (ebd.: 268f.). Ebenfalls als unrealistisch gelten, auf Drexlers Visionen aufbauende pessimistische Visionen wie beispielsweise Bill Joys Vision eines Untergangs der Menschheit durch außer Kontrolle geratene Nanomaschinen oder Nanoroboter (ebd.: 273; Joy 2000).

Die Bewertung der Visionen bleibt im TA-Bericht ambivalent: Einerseits wird betont, dass optimistische Langfristvisionen im Vergleich zu den produktbezogenen Kurzfristvisionen das Interesse von Wissenschaft, Politik, Wirtschaft und Öffentlichkeit an der Nanotechnologie wecken können. Zudem eigneten sie sich dazu, zukünftige soziale Chancen und Risiken einer sozio-technischen Implementierung Nanotechnologie abzuschätzen und einen entsprechenden Dialog zwischen den beteiligten Akteuren zu initiieren. Andererseits bestehe aber die Gefahr der Beförderung von zu hochgesteckten Erwartungen und dementsprechend von Enttäuschungen. Die Popularisierung optimistisch-futuristischer Visionen befördere auch immer deren Kehrseite, die Popularisierung von pessimistischen Horrorvisionen (Paschen u.a. 2004: 319).

Ein wesentliches Ordnungs- und zugleich Bewertungskriterium des Vision Assessment ist damit die auf die Zeitachse bezogene Unterscheidung zwischen *kurzfristigen*, eher realistischen Visionen mit geringer und *langfristigen*, eher unrealistischen

Visionen mit größerer aber ambivalenter Bedeutung für die prospektive wie gestaltende Technikfolgenabschätzung.

### 3. Visionen als Raumkonstitution

Im Vergleich zu dieser Ordnung von Visionen nach ihrer zeitlichen Reichweite und ihres Realitätsgehaltes, impliziert die Untersuchung der *Wirksamkeit* von Visionen aufgrund ihrer *raumkonstituierenden* Funktionen, dass analytisch alle Visionen zur Nanotechnologie relevant sind. Als Auswahlkriterium vorauszusetzen ist jedoch, dass die Visionen an den Schnittstellen zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Massenmedien gleichermaßen und gehäuft kommuniziert werden und damit als relevante Elemente der Wissensproduktion über die Möglichkeitsräume der nanotechnischen Zukunft gelten können. Als *Medien der Kommunikation* ermöglichen Visionen für alle am Kommunikationsprozess beteiligten Diskurse, die Integration des Neuen (Fremden) in (Vertrautes) Vorhandenes. Damit ist die Einordnung des erwarteten Neuen durch diskursperspektivische Beschreibungen von Technologien wie deren Nutzung gemeint.

Als *strategische Mittel* im Kampf um die Möglichkeitsräume der Nanotechnologie wirken Visionen raumkonstituierend. Drei, in funktionaler Hinsicht dominierende Strategien visionärer Raumkonstitution, können im Feld nanotechnischer Zukunftsvisionen unterschieden werden: *Strategien der Grenzziehung*, *Strategien der räumlichen Anordnung*, und *Strategien der räumlichen Verteilung*.

Als Strategien der Grenzziehung lassen sich begriffliche Definitionen der Nanotechnologie bezeichnen. Diese Strategien dienen der *äußeren* Begrenzung der Möglichkeitsräume der Nanotechnologie. Diese Grenzziehung geschieht derzeit nicht nur in den Förderrichtlinien der *Europäischen Union* oder den Empfehlungen des *Vereins Deutscher Ingenieure* (Decker u.a. 2004: 10ff.). Grenzen werden auch in den Visionen definiert – sowohl in produktbezogenen Szenarien, Visionen der Futuristen oder in Science Fiction Stories. Die Durchsetzung einer Festlegung darüber, wie zum Beispiel die Nanotechnologie von Miniaturisierungen der Mikrotechnologie oder vom Moleküldesign der synthetischen Chemie abzugrenzen ist, kann zur Inklusion und Exklusion bestimmter wissenschaftlicher Disziplinen, wirtschaftlicher Produktionssektoren führen und prägt die Wahrnehmung und Darstellung von Disziplinen und Branchen in den Massenmedien. Gekämpft wird also definitorisch darum, ob alle Fertigungsprozesse zur Nanotechnologie, die mit Strukturen in der Größendimension von kleiner als 100nm arbeiten, als Nanotechnologie zu bezeichnen sind; ob das Label Nanotechnologie voraussetzt, dass die neuen Strukturen ausgehend vom Design von Atomen und Molekülen gebildet wurden; ob Nano-

technologie wie bei Eric Drexler ausschließlich für molekulare Fabrikationen durch Nanomaschinen zu reservieren ist (z.B. Drexler u.a. 1991; Roco/Bainbridge 2002; European Commission 2004).

Szenarien der zukünftigen Nutzung nanotechnischer Produkte dagegen dienen der *Gestaltung der inneren Raumordnung* der nanotechnischen Möglichkeitsräume. Diese Strategien lokalisieren Nutzungsweisen an bestimmten Orten mit Hilfe der Darstellung ihrer lokalen Funktion und deren Modifikation. Nutzungsszenarien konkurrieren beispielsweise darum, ob die Nanotechnologie in der industriellen Fertigung vor allem zur Präzisierung von Beschichtungsverfahren eingesetzt wird, oder ob neue Orte der Fertigung, neue Industriebereiche geschaffen werden. Bei Alltagstechniken geht es beispielsweise darum, wo nanotechnische Produkte eine bequemere und effizientere Bewältigung von Alltagsabläufen ermöglichen, oder wo nanotechnische Produkte Alltagsabläufe grundsätzlich umgestalten werden. Im Bereich der Kommunikationstechnologien wird ausgehandelt, ob Nanotechnologie zu einer Ausweitung der Kommunikationsnetze führt, oder ob zum Beispiel mit neuen Formen der Direktverschaltung von Kommunikationstechnik und Sinnesorganen, neue Kommunikationswege geschaffen werden, die möglicherweise etablierte Formen der Kommunikation ersetzen. Im medizinischen Bereich geht es um die Aushandlung darüber, an welchen Orten im Körper oder im Labor die Nanotechnologie genutzt werden wird. Wird die Nanotechnologie vorwiegend zu einer Erweiterung der Diagnostik im Labor (Stichwort: »Lab on the Chip«) führen? Werden sich mit Nanopartikeln völlig neuartige Medikamententransportsysteme entwickeln lassen, die sich einen Krankheitsherd im Körper selbstständig suchen und diesen medikamentös behandeln? Werden diese neuen Systeme alte Formen der Diagnose und Therapie ersetzen oder erweitern? Wo wird die Medizin weiterhin vorrangig diagnostischen und therapeutischen Zwecken dienen? Wo werden Einsatzfelder für eine die menschliche Konstitution technisch verbessernde Medizin liegen (z.B. Roco/Bainbridge 2002; European Commission 2004)?

Schließlich thematisieren Visionen auch *innere Verteilungen* der Nutzungsweisen in sozialen Räumen. Hier kommt – neben anderen Unterscheidungen – besonders der semantischen Dichotomie *Egalität/Ungleichheit* eine tragende Rolle zu. Es wird darüber kommuniziert, welche Institutionen, Bevölkerungen, Gruppen, Individuen Zugang zu den nanotechnischen Produkten haben können und sollen (Stichwort: »Nano-Divide«). Wird die Nanotechnologie im medizinischen Bereich durch Kostensenkungen im Gesundheitswesen, den gleichen Zugang zu den technischen Innovationen für »Alle« ermöglichen? Entstehen durch die Nanotechnologie neue kostenintensive Behandlungsmethoden, die nur zahlungskräftigen Bürgern zur Verfügung stehen und damit den Trend zur Zweiklassenmedizin verstärken? Werden nanotechnische Innovationen in der industriellen Fertigung die Produktionskosten für viele Güter senken und damit vielen Bevölkerungsgruppen gleicherma-



ßen den Zugang zu den Produkten ermöglichen? Gilt dieser Zugang – global betrachtet – nur für die reichen Länder, während die ärmeren Länder weiterhin aus den neuen Produktionssektoren ausgeschlossen bleiben (z.B. Drexler u.a. 1991; Paschen u.a. 2004: 316f.)?

Für die innere Konstitution der Möglichkeitsräume der Nanotechnologie über die Verteilung der Produkte und Nutzungsweisen spielt die Thematisierung *egalitäts- und ungleichheitsstiftender Effekte* eine entscheidende Rolle. Die vorgebrachten Argumente sind durchaus dieselben und bekannten, wie sie bereits in Debatten um andere Technologien – zum Beispiel die Kommunikations- und Gentechnologie – artikuliert wurden, und nach der Durchsetzung vieler Technologien beobachtet werden konnten. Offensichtlicher als bei jeder Technologie zuvor ist jedoch innerhalb der Kämpfe um die Durchsetzung spezifischer Szenarien der *strategische* Einsatz von Aussagen, die sich auf die semantische Unterscheidung Egalität/Ungleichheit beziehen. Nicht nur Politik und Massenmedien bewerten potentielle nanotechnische Innovationen vor dieser Dichotomie; diese Bewertung findet sich ebenfalls in wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Diskursen.

#### 4. Schlussthesen

1. Für die prospektive Technikfolgenabschätzung ist eine solchermaßen raumsoziologisch perspektivierte Forschung insofern von Relevanz, da die Beobachtung gehäufte Kommunikation über bestimmte Visionen durch die relevanten Akteure der Wissenschaft, Wirtschaft und der Massenmedien auf die Wirksamkeit bestimmter Visionen verweist. Die perspektivischen Bewertungen der Visionen (und nicht ihr Realitätsgehalt) lassen Rückschlüsse auf die Konstitution des zukünftigen Nutzungsraumes der Nanotechnologie und damit auf dominante Entwicklungspfade wie Formen zukünftiger sozio-technischer Implementierung der Nanotechnologie zu.
2. Für wissenssoziologische Untersuchungen zu Transformationen der Wissensproduktionen in der Wissensgesellschaft ist eine solche Analyse der Wirksamkeit von Visionen als Medien der Kommunikation über die Zukunft einer Technologie von besonderer Bedeutung. Denn die Verständigung unterschiedlicher Diskurse oder Systeme mit Hilfe von Visionen als gemeinsame Kommunikationsmedien verweist auf hybride Formen der Wissensproduktion, in der alle beteiligten Akteure gefordert sind, einen reflexiven Diskurs über egalitäts- und ungleichheitsstiftende Effekte der erwarteten Innovationen zu führen, wenn sie Akteur bei der Ausgestaltung der Möglichkeitsräume und somit der Durchset-

zung bestimmter Innovationen sein wollen. Dadurch werden notwendigerweise externe Wissensformen in interne Diskursordnungen – zum Beispiel der Wissenschaft und der Wirtschaft – integriert und diese modifiziert. Dadurch entstehen aber auch neue relevante, hybride Wissensformen, zu denen (unabhängig von ihrem Realitätsgehalt) die Visionen zu zählen sind.

3. Für die wissenschafts- und techniksoziologische Erforschung der Performativität und Dynamik von Zukunftserwartungen ist die Analyse visionärer Strategien der Raumkonstitution von besonderer Relevanz. Denn der Durchsetzung einer Vision ist nicht nur vorausgesetzt, dass es dem jeweiligen Akteur (oder Diskurs, System) gelingt eine erwartete Innovation innerhalb definitorischer Grenzen zu platzieren und durch Nutzungsszenarien in die innere Ordnung eines Möglichkeitsraumes einzuordnen, sondern auch, inwiefern diese Nutzungsweisen *in* Relation zu räumlichen Verteilungen entlang von Unterscheidungen wie der Dichotomie Egalität/Ungleichheit gebracht werden können. Die zu gestaltenden Möglichkeitsräume der Zukunft sind weder offene noch geschlossene Räume. Sie sind entlang von semantischen Unterscheidungen strukturiert und strukturieren sich durch die Positionierung der Visionen entsprechend dieser Dichotomien in Kommunikations- und Aushandlungsprozessen neu. Die Dichotomie Egalität/Ungleichheit ist *eine* entscheidende strukturierende Struktur der Möglichkeitsräume nanotechnischer Zukunft.

## Literatur

- Brown, Nik/Rappert, Brian/Webster, Andrew (Hg.) (2000), *Contested Futures – A Sociology of Prospective Techno-Science*, Aldershot.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2004), *Nanotechnologie. Innovationen für die Welt von morgen*, Berlin.
- Decker, Michael/Fiedeler, Ulrich/Fleischer, Thorsten (2004), »Ich sehe was, was Du nicht siehst ... zur Definition der Nanotechnologie«, *Technikfolgenabschätzung. Theorie und Praxis*, Jg. 13, S. 10–16.
- Dierkes, Meinolf/Hoffmann Ute/Marz, Lutz (1996), *Visions of Technology. Social and Institutional Factors Shaping the Development of New Technologies*, Frankfurt a.M./New York.
- Drexler, K.E./Peterson, C./Pergamit, G. (1991), *Unbounding the Future: The Nanotechnology Revolution*, New York.
- European Commission, High Level Expert Group (2004), *Converging Technologies – Shaping the Future of European Societies*, Brüssel.
- Grin, J./Grunwald, A. (Hg.) (2000), *Vision Assessment: Shaping Technology in 21<sup>st</sup> Century Society*, Heidelberg.

- Grunwald, Armin (2004), »Vision Assessment as a New Element of the Technology Futures Analysis Toolbox«, EU-Seminar: *New Technology Foresight, Forecasting and Assessment Methods*, Seville.
- Haas, L. (2003), »Im Land der Zwerge. Nanotechnologie lässt Forscher von einer neuen Welt träumen/Maschinen aus wenigen Atomen«, *Frankfurter Rundschau*, 9.12.2003.
- Joy, Bill (2000), »Warum die Zukunft uns nicht braucht«, *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 6.6.2000.
- Konrad, Kornelia (2004), *Prägende Erwartungen: Szenarien als Schrittmacher der Technikentwicklung*, Berlin.
- Lösch, Andreas (2004), »Nanomedicine and Space: Discursive Orders of Mediating Innovations«, in: Baird, Davis/Nordmann, Alfred/Schummer, Joachim (Hg.), *Discovering the Nanoscale*, Amsterdam, S. 193–202.
- Luhmann, Niklas (1998), *Die Gesellschaft der Gesellschaft*, Frankfurt a.M.
- Maasen, Sabine/Weingart, Peter (2000), *Metaphors and the Dynamics of Knowledge*, London/New York.
- Mambrey, Peter/Paetau, Michael/Tepper, August (1995), *Technikentwicklung durch Leitbilder – Neue Steuerungs- und Bewertungsinstrumente*, Frankfurt a.M.
- Paschen, H./Coenen, C./Fleischer, T. u.a. (2004), *Nanotechnologie. Forschung, Entwicklung, Anwendung*, Berlin.
- Roco, Mihail C./Bainbridge, William Sims (2002), *Converging Technologies for Improving Human Performance. Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*, Arlington.