

## SCHWERPUNKTTHEMA

Roco, M.C.; Bainbridge, W.S. (eds.), 2002: Converging Technologies for Improving Human Performance. National Science Foundation. Arlington, Virginia

Rohbeck, J., 1993: Technologische Urteilskraft. Zu einer Ethik technischen Handelns. Frankfurt: Suhrkamp

Ropohl, G., 1995: Die Dynamik der Technik und die Trägheit der Vernunft. In: Lenk, H.; Poser, H. (Hrsg.): Neue Realitäten – Herausforderung der Philosophie. Berlin: Akademie Verlag, S. 221-237

Ropohl, G., 1996: Ethik und Technikbewertung. Frankfurt: Suhrkamp

Schomberg, R. v., 2004: The Normative Dimensions of the Precautionary Principle and its Relations to Science and Risk Management Decisions. In: Achen, T. (ed.): Microscopic Modification and Big Politics. Linköping Studies in Arts and Sciences. Vadstena (in press)

Schütz, H.; Wiedemann, P.M.; Hennings, W.; Mertens, J.; Clauberg, M., 2004: Vergleichende Risikobewertung. Konzepte, Probleme und Anwendungsmöglichkeiten. Abschlussbericht zum BfS-Projekt „Risikobewertung und -management: Ausarbeitung von Konzepten eines integrierten und vergleichbaren Risikoansatzes“. Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt, Band 45

Weckert, J., 2002: Lilliputian Computer Ethics. Metaphilosophy 33, S. 366-375

### Kontakt

Prof. Dr. Armin Grunwald  
 Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)  
 Forschungszentrum Karlsruhe in der Helmholtz-Gemeinschaft  
 Postfach 36 40, 76021 Karlsruhe  
 Tel.: +49 (0) 72 47 / 82 - 25 00  
 Fax: +49 (0) 72 47 / 82 - 48 06  
 E-Mail: [grunwald@itas.fzk.de](mailto:grunwald@itas.fzk.de)  
 Internet: <http://www.itas.fzk.de>

»

## Nanofuturismus: Anmerkungen zu seiner Relevanz, Analyse und Bewertung

von Christopher Coenen, Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB)

**Im Endbericht zum TAB-Projekt „Nanotechnologie“ (November 2003) kommen in zwei (von zehn) Kapiteln auch Langfrist-Visionen zur Sprache. Eine kritische Auseinandersetzung mit diesen Visionen sei, so das Fazit, „ein wichtiger Beitrag zu einer rationalen, problemadäquaten Diskussion“ über die Zukunft der Nanotechnologie. Allerdings könne dadurch möglicherweise auch die Popularität von Schreckensvisionen erhöht und die Aufmerksamkeit für dringlichere Probleme geringer werden. Im Folgenden wird zum einen auf Ergebnisse des TAB-Projekts sowie auf neuere Entwicklungen in der Debatte zu futuristischen Nanotechnologie-Visionen eingegangen. Zum anderen werden einige Überlegungen zur möglichen Bedeutung des Themas „Nanofuturismus“ im TA-Kontext vorgestellt.**

Die Nanoforschung hat sich vor dem Hintergrund eines futuristischen Diskurses in den USA entwickelt, der vor allem auf Ideen Eric Drexlers aus den frühen 1980er Jahren basiert. In deren Zentrum steht die Annahme, dass zukünftig Nanoroboter präzise auf molekularer Ebene werden arbeiten können („Molecular Manufacturing“), einschließlich der Fähigkeit der Selbstreplikation. Drexler verwendete in diesem Zusammenhang den Ausdruck „Nanotechnologie“ und hat seitdem – u. a. durch die frühe Gründung des bis heute sehr aktiven „Foresight Institute“ – sein Konzept erfolgreich popularisiert. Der von ihm inspirierte visionäre Diskurs steht im Kontext eines Forschungs- und Technologiefelder übergreifenden Futurismus, der u. a. auch von seinem Lehrer Marvin Minsky sowie Hans Moravec sowie Ray Kurzweil geprägt wird und populärkulturell wirksam ist. Insbesondere in den 1990er Jahren – im Vorfeld und Zuge der „National Nanotechnology Initiative (NNI)“ – haben Drexlers Ideen auch einigen Einfluss auf die Konzeption staatlicher Aktivitäten zur Nanotechnologie in den USA ausgeübt.

Die futuristischen Visionäre malen das Bild einer Zukunft aus, in der durch die neuen Technologien fast alles billig und im Überfluss produziert werden kann, in der Krankheiten, das Altern und sogar der Tod überwunden sind und in der sich – durch technische Veränderungen und Ergänzungen der biologischen Körper einerseits und Roboter sowie künstliche Intelligenz andererseits – die Menschheit und ihr Status in der Welt fundamental verändert haben. Durch das Zusammenspiel u. a. von Nanotechnologie, Robotik, Künstlicher Intelligenz und Genetik würden aber – so die Visionäre – auch große Destruktionspotenziale und Herausforderungen für das menschliche Selbstverständnis erwachsen.

Die Auseinandersetzung über den „drexlerianischen“ Nanofuturismus schlug insbesondere am Anfang des Jahrzehnts international hohe Wellen. Im Zentrum der Aufmerksamkeit stand ein Aufsatz von Bill Joy (Joy 2000), der auch in Deutschland – vor allem im Feuilleton der „FAZ“ – ausgiebig diskutiert wurde (vgl.: Schirmacher 2001). Joy warnt in ihm u. a. vor einer Apokalypse durch außer Kontrolle geratene Nanoroboter – das so genannte „Grey Goo“-Problem – sowie vor einer Selbstabschaffung des Menschen durch Genetik, Robotik und Nanotechnologie. Er bezieht sich dabei unmittelbar auf Ideen Drexlers und Kurzweils, betont aber beunruhigende Aspekte der Visionen besonders stark. Joys Aufsatz und daran anschließende Aktivitäten (wie z. B. der Organisation „ETC Group“, die aber vor allem mögliche Gefahren durch Nanopartikel thematisiert) gaben Anlass zu der Sorge, dass die Entwicklung der Nanotechnologie entweder durch ein Moratorium gestoppt oder mit ähnlichen Akzeptanzproblemen wie andere Technologien konfrontiert werden könnte.

Auch wenn mittlerweile Nanowissenschaft und -technologie (als interdisziplinäre Herangehensweise bzw. als Querschnittstechnologie) zumeist pragmatisch definiert werden, ist Drexlers Konzept des „Molecular Manufacturing“ noch nicht aus den Debatten verschwunden (vgl. z. B.: Keiper 2003). Zudem existieren – ebenfalls vor allem in den USA – andere, weniger heftig diskutierte Spielarten des Nanofuturismus. Sie weisen nicht nur fließende Übergänge zur politischen und wissenschaftlichen Leitbild-Diskussion auf, sondern zudem auch

einige inhaltliche Übereinstimmungen mit dem Futurismus Drexlers (wie z. B. die Hoffnungen auf globalen Überfluss, Beseitigung und Beendigung der Umweltverschmutzung und eine erhebliche Verlängerung der menschlichen Lebensspanne).

Vor diesem Hintergrund und angesichts der Tatsache, dass in Nanoforschung und Politik oft Visionen angemahnt werden, stellt sich die Frage nach einem angemessenen Umgang mit dem Nanofuturismus. Andere TA-Themen in diesem Bereich – wie z. B. die Debatte über Nanopartikel (vgl. z. B.: European Commission 2004a) oder ethische Fragen zu medizinischen Anwendungen – mögen wissenschaftlich und politisch dringlicher sein. Voraussetzung eines umfassenden Verständnisses der Entwicklung des Forschungsfeldes sind aber auch bewertende Analysen futuristischer Visionen.

## 1 Nanofuturismus als Thema des TAB-Projekts

Visionen zur Nanotechnologie werden in dem Endbericht des TAB (Paschen et al. 2004) zum einen in einem eigenen Kapitel (Kap. VIII), zum anderen in einem Kapitel zu den Chancen und Risiken der technologischen Entwicklung – und dort vor allem in Bezug auf die „Life Sciences“ – behandelt (Kap. IX). Kapitel VIII skizziert – nach einigen einleitenden Bemerkungen zur Bedeutung von Technologie-Visionen – Inhalt und Akteurslandschaft visionärer Diskurse (vor allem in den USA). Mit Blick auf den Beratungsauftrag des TAB und die Schwerpunkte des Projekts wurde pragmatisch unterschieden zwischen dem visionären Diskurs im Vor- und Umfeld der NNI und dem extrem futuristischen Diskurs, der vor allem durch Ideen Drexlers geprägt wird.

Relativ breiten Raum nehmen in der Darstellung Visionen ein, die in dem Diskurs zur NNI entwickelt wurden und zum Teil ebenfalls stark futuristisch sind – insbesondere, wenn sie mögliche Folgen der Konvergenz mehrerer Technologien zum Inhalt haben: Erhofft werden z. B. eine „neue Renaissance“, im Sinne der Entwicklung einer ganzheitlichen Sicht von Wissenschaft und Technologie und eines umfassenden Verständnisses des Kosmos, sowie der Sprung in ein „Goldenes Zeitalter“ (noch

im 21. Jahrhundert), das durch Weltfrieden und universellen Wohlstand gekennzeichnet ist (vgl.: Roco, Bainbridge 2002). Die Begeisterung, die optimistische Visionen wecken können, wird von der US-Administration als ein Mittel zur Förderung der Technologie angesehen. Von einer solchen Strategie des „Hope and Hype“ erhofft man sich u. a. Anreize für den wissenschaftlichen Nachwuchs, die Auseinandersetzung mit wichtigen Fragen sowie ein kontinuierliches politisches und wirtschaftliches Interesse an der Forschung.

Den von Drexler inspirierten populären Nanofuturismus behandelt Kapitel VIII, indem es in knapper Form auf dessen Ideen, das Umfeld des „Foresight Institute“, die soziokulturellen Gruppierungen der „Extropier“ und „Transhumanisten“, Science Fiction sowie die „Joy-Debatte“ eingeht. Problematische Aspekte des Nanofuturismus werden ausführlicher in Kapitel IX diskutiert, bezogen auf die „Life Sciences“ – und insbesondere auf die Frage des Verhältnisses von Mensch und Maschine. Zugrunde liegt dabei die Feststellung, dass visionäre Diskurse zur Nanotechnologie nicht nur vielfältige Verbindungen mit anderen Technologiediskursen aufweisen, sondern zudem in einer langen Tradition visionären Denkens stehen. Neben zentralen philosophischen und ethischen Fragen werden auch die Realisierungschancen einzelner – vor allem medizinischer – Langfrist-Visionen angesprochen.

In den Handlungsempfehlungen (Kap. X) plädiert der Bericht dafür, die futuristischen Visionen Drexlers kritisch zu überprüfen. Es sollten Studien gefördert werden, die grundlegende Probleme dieser Visionen und Fragen ihrer technischen Umsetzbarkeit untersuchen. (Damit wird allerdings ein heikles Thema angesprochen, da bei solchen Studien zumindest Darstellungsprobleme bei der Kommunikation der Ergebnisse entstehen könnten: Hauptadressat wäre die breite Öffentlichkeit, die bei einer schwer verständlichen Darlegung möglicherweise lediglich die Tatsache zur Kenntnis nehmen würde, dass Drexlers Visionen in der Wissenschaft ernsthaft diskutiert werden.) Des Weiteren sei empirisch zu überprüfen, in welchem Ausmaß Drexlers Futurismus die öffentliche Wahrnehmung von Nanotechnologie – insbesondere in Deutschland – geprägt hat und weiterhin beeinflusst. Zudem könne es ratsam sein,

die visionären Debatten zu verfolgen, die in den USA in Politik und Wissenschaft geführt werden. Hoffnungen wie z. B. auf die Heilung schwerer Krankheiten und Verletzungen oder auf eine erhebliche weltweite Erhöhung des Lebensstandards dürften aufgrund ihres Optimismus die öffentliche Wahrnehmung der Nanotechnologie stark mitbestimmen.

## 2 Neuere Entwicklungen in der Debatte über den Nanofuturismus

Seit Beendigung der Arbeiten an dem TAB-Projekt wurde die politische und wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Nanofuturismus fortgesetzt, wenn auch mit geringerer öffentlicher Aufmerksamkeit als während der „Joy-Debatte“. Einige Beispiele dafür seien im Folgenden erwähnt.

In den USA bot im letzten Winter die Zeitschrift „Chemical & Engineering News“ Drexler und einem seiner wichtigsten Kritiker, dem Chemie-Nobelpreisträger Richard Smalley, ein Forum, ihre unterschiedlichen Auffassungen zur Möglichkeit des „Molecular Manufacturing“ zu diskutieren (Baum 2003). Smalley äußerte u. a. seine Besorgnis darüber, dass anscheinend viele Studierende die Warnungen vor dem „Grey Goo“-Problem für berechtigt halten, und stellte Drexler als unverbesserlichen Kinderschreck dar. Zudem wurde in den USA über Vorgeschichte und Inhalt des „21<sup>st</sup> Century Nanotechnology Research and Development Act“ (November 2003) gestritten (vgl. z. B.: Ball 2003; Editors of The New Atlantis 2004). In diesem wird gefordert, je eine Studie zur technischen Machbarkeit des „Molecular Self-Assembly“ sowie zur verantwortungsvollen Entwicklung der Nanotechnologie durchzuführen. U. a. die Anhängerschaft Drexlers kritisierte, dass zwar in älteren, vom Repräsentantenhaus erarbeiteten Fassungen von einer Machbarkeitsstudie zum „Molecular Manufacturing“ die Rede ist, in der Endfassung des Kongresses der Begriff dann aber durch „Molecular Self-Assembly“ ersetzt wurde, was die Studie überflüssig macht. Ein Vertreter der „NanoBusiness Alliance“ äußerte sich hingegen zufrieden, dass somit die Konzepte Drexlers von der Politik nicht ernst genommen werden. Allerdings soll im Rahmen der Studie zur verantwortungsvollen Entwicklung

der Nanotechnologie auch auf denkbare Folgen einer Freisetzung selbstreplizierender Nano-Maschinen in natürlichen Umgebungen eingegangen werden. Zudem fördert die „National Science Foundation“ Öffentlichkeitsarbeit und Forschungen zur Nanotechnologie, in denen auch der Nanofuturismus untersucht wird (vgl. z. B. die Aktivitäten des Forschungsteams „NIRT“: <http://www.cla.sc.edu/cpeps/nirt/>).

In Großbritannien erlangten die apokalyptischen Visionen Joys im Sommer 2003 noch einmal große Aufmerksamkeit in den Massenmedien. Der Anlass dafür war eine öffentliche Stellungnahme von Prince Charles, der dazu aufforderte, mögliche Gefahren einer zukünftigen Nanotechnologie wissenschaftlich zu untersuchen. In Folge dessen entbrannte nicht nur eine heftige Debatte über den „drexlerianischen“ Futurismus und seine Bedeutung für die öffentliche Wahrnehmung der Nanotechnologie (Ball 2003), sondern es wurden zudem Forschungsprojekte angestoßen mit dem Ziel, Grundlagen für eine Versachlichung der Debatte zu schaffen. Erste Untersuchungen zum futuristischen Diskurs (Woods et al. 2003) und zu seinen Auswirkungen auf die öffentliche Wahrnehmung der Nanotechnologie (BMRB Social Research 2004) liegen vor.

Die Versachlichung der öffentlichen Diskussion ist auch ein Ziel der Europäischen Kommission (2004b) sowie der deutschen Bundesregierung (BMBF 2004). Das BMBF startete im Januar 2004 die Kampagne „nanoTruck: Reise in den Nanokosmos – Die Welt kleinster Dimensionen“ (vgl.: <http://www.nanotruck.net>). Durch sie soll über Grundlagen, Anwendungsgebiete und Zukunftspotenziale der Nanotechnologie informiert und der Dialog zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit gefördert werden. In einer unter derselben Adresse verfügbaren Broschüre zur Kampagne, in deren Mittelpunkt ein durch Deutschland reisendes Ausstellungsfahrzeug steht, wird auch kurz auf Crichtons „Prey“, Ideen Drexlers und Smalleys Kritik an diesen eingegangen.

Die Bundestagsfraktionen von SPD und Bündnis 90/DIE GRÜNEN fordern in ihrem Antrag „Aufbruch in den Nanokosmos – Chancen nutzen, Risiken abschätzen“ (BT-Drucksache 15/3051, 05.05.2004) die Bundesregierung nicht nur auf, die Informationsfunktion der Kompetenzzentren Nanotechnologie

weiter auszubauen und eine zentrale Informationsquelle für die breite Öffentlichkeit einzurichten: Zudem solle insbesondere „die kritische Auseinandersetzung mit futuristischen Heils- und Schreckensvisionen, die die öffentliche Debatte zur Nanotechnologie bisher stark geprägt haben, ein wichtiger Bestandteil der Öffentlichkeitsarbeit zur Nanotechnologie sein“ (S. 7). Des Weiteren sprechen sich die beiden Fraktionen dafür aus, Leitbilder zu entwickeln und zu gestalten, nach denen eine nachhaltige und gesellschaftsverträgliche Nanotechnologie erforscht und entwickelt werden kann. In einer Bundestagsdebatte am 6. Mai – zu den Nanotechnologie-Anträgen aller Fraktionen und dem TAB-Bericht (BT-Drucksache 15/2713; 15.03.2004) – äußerten auch Vertreter der Opposition ihre Sorge, dass futuristische Horrorvisionen die weitere Entwicklung der Nanotechnologie gefährden könnten.

### 3 Zum Umgang mit Langfrist-Visionen

Wolfgang Heckl hat vorgeschlagen, die Gesellschaft durch Universitäten, Forschungseinrichtungen, Wissenschaftsorganisationen und Medien möglichst breit über Nanotechnologie zu informieren, unter Einbeziehung literarischer, philosophischer sowie kultur- und sozialwissenschaftlicher Aspekte (Heckl 2002). In einem solchen Rahmen wäre sinnvoller Weise auch die Auseinandersetzung mit Langfrist-Visionen anzusiedeln. TA könnte hier, u. a. aufgrund der interdisziplinären Arbeitsweise, einen wichtigen Beitrag leisten, auch mit Blick auf die wissenschaftliche Diskussion. Bei der Auseinandersetzung mit futuristischen Visionen ginge es im TA-Kontext dann weniger um deren möglichen unmittelbaren Wert für die eigene Arbeit, sondern vor allem um eine Analyse von gesellschaftlich relevanten Technologie-Visionen und deren Auswirkungen auf die Technikwahrnehmung und -gestaltung.

Im neueren Sprachgebrauch bezeichnet man mit dem Begriff „Vision“ zumeist Produkte der Einbildungskraft, die Zukünftiges zum Inhalt haben und mehr oder weniger realistisch sein können. Die derzeitige Popularität dieses Verständnisses verdankt sich vor allem der langjährigen Beliebtheit von Visionen im Unternehmensmanagement, die dort idealiter aus-

schließlich konkret auf die Praxis bezogene, realistische Zukunftsbilder sind. Als „futuristisch“ lassen sich all jene Visionen bezeichnen, die nicht nur eine sehr langfristige Perspektive – zumeist von mindestens ein bis zwei Jahrzehnten – haben, sondern zudem einschneidende und umfassende Veränderungen der sozialen Wirklichkeit oder der Grundlagen menschlicher Existenz voraussagen. Futuristische Visionen sind ein spezieller Aspekt der seit längerem geführten Auseinandersetzung mit Leitbildern, Technologien und Metaphern in der sozial- und geisteswissenschaftlichen Forschung zu technologischen Entwicklungen (vgl. zum „Vision Assessment“: Grin, Grunwald 2000).

Der Futurismus bringt (zumeist ungewollt) in Erinnerung, dass der – von mystischen und halluzinativen Konnotationen weitgehend gereinigte – Visionsbegriff unserer Tage wichtige Aspekte visionären Denkens ausblendet: Die Vision „streift mit ihren Flügeln den Wahn“, sie ist zwar „legitimes Urmaterial“ wissenschaftlicher Theorie, kann aber auch als Einfallstor für einen „quasi-religiösen Fundamentalismus“ dienen (Geisler 2000, S. 133), der im Gewand –oder sogar mit den Insignien – der Wissenschaftlichkeit auftritt. Doch nicht nur in techno-religiösen Auswüchsen und säkularen Heilserwartungen werden die Grenzen eines instrumentalistisch verkürzten Visionsbegriffs deutlich. Die regelmäßige Wiederkehr uralter sowie neuzeitlicher utopischer Visionen in Debatten über neue Technologien demonstriert die Verwandtschaft von Vision, „absoluter Metapher“ (Hans Blumenberg) und Mythos. All diese Bilder, die einem vor- oder irrationalen Weltzugang dienen, geben zugleich Auskunft über uneingestandene oder unbewusste Hoffnungen und Ängste. Die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit solchen Zukunftsbildern kann daher wichtige Beiträge zu einer vernünftigen Technikgestaltung leisten. Zugleich besteht aber auch die Gefahr des aufklärerischen Übereifers, der Ignoranz der Tatsache, dass die „Patent revolutionärer Theorien“ oft Visionen waren und der Weg dann „von der Metapher über das Experiment zur Wirklichkeit“ führte (Geisler 2000, S. 132 f.). Vielleicht brauchen Innovationsprozesse tatsächlich Visionen und Mythen, einen „Überschuss an Ideen“, selbst wenn dieser Problemverknüpfung zur Folge haben kann (Wingert, Riehm 2003).

Futuristische Visionen zur Nanotechnologie dürften auch auf längere Sicht auf der Tagesordnung von Wissenschaft und Politik bleiben. Zwar ist es denkbar, dass durch eine Differenzierung in Bezug auf verschiedene Aspekte der Technologie eine Versachlichung der Debatte erreicht wird. Das könnte aber in der Folge bedeuten, dass die bereits erlangte, politisch wie wissenschaftlich überwiegend begrüßte Integrationskraft des Konzepts „Nanotechnologie“ geschwächt wird. Die Wechselwirkungen zwischen dem futuristischen Optimismus und seinen dystopischen und apokalyptischen Widerparts dürften – gerade mit Blick auf die interessierte Öffentlichkeit – weiter bestehen bleiben: „(...) any talk of a radically novel, deeply transformative enabling technology must open the floodgates of the imagination (...). As long as nanotechnology trades in visions to obtain funding, it invites the company of visionaries“ (Nordmann 2004, S. 113). Es bleibt jedoch die Aufgabe, sich mit dem Futurismus kritisch auseinanderzusetzen.

Wissenschaftliche Analysen und Bewertungen von Technologie-Visionen können und sollten somit zur „Entzauberung“ von Visionen beitragen, dabei aber immer auch den polyvalenten Charakter visionären Denkens mit bedenken. Insbesondere bei den beiden ersten Schritten eines „Vision Assessment“, der Visionsanalyse und -bewertung (vgl.: Grunwald 2004), ist es dazu erforderlich, interdisziplinär vorzugehen und z. B. Methoden und Erkenntnisse der empirischen Sozialwissenschaften, der Medienforschung, Philosophie und Psychologie zu berücksichtigen. Dies gilt in besonderem Maße hinsichtlich der Visionen des Nanofuturismus.

#### **4 Ansatzpunkte zur Untersuchung des Nanofuturismus in einem „Vision Assessment“**

Im Zuge der Suche nach geeigneten Leitbildern (im Sinne allgemein geteilter, realistischer Visionen) für die Nanoforschung, könnte der Nanofuturismus u. a. mit folgenden Ansatzpunkten im Rahmen eines „Vision Assessment“ untersucht werden:

1. der Nanofuturismus als Aspekt mythisch-utopisch aufgeladener Technologiediskurse

2. der Nanofuturismus als populärkulturelles Phänomen
3. die Bedeutung der Vision des „Molecular Manufacturing“ für das öffentliche Verständnis sowie das Selbstverständnis der Nanoforschung (insbesondere in Deutschland).

ad 1.) Nanowissenschaft und -technologie werden mittlerweile vor allem als eine interdisziplinäre Herangehensweise bzw. Querschnittstechnologie verstanden, Drexlers Visionen geistern aber weiterhin nicht nur in der populären Kultur herum, sondern auch an den Rändern und (zumindest in den USA) auch im Kern (vgl.: Editors of The New Atlantis 2004) wissenschaftlicher und politischer Diskurse. Notwendig erscheinen daher Analysen der Debatten zur Nanotechnologie, in denen die Vielfalt der Auffassungen strukturiert wird. Ein hilfreicher Ansatz findet sich dazu in einer neueren britischen Studie (Woods et al. 2003), in der unterschieden wird zwischen a) einer radikalen Sicht der Nanotechnologie (mit einer utopischen und einer dystopischen Ausprägung), b) einem vorsichtigen Pragmatismus, der Nanotechnologie oft schlicht als ein neues Label für altbekannte Aktivitäten auffasst, c) den „Kommentatoren“, die einzelne Aspekte der Entwicklung aufgreifen und relativ leidenschaftslos untersuchen, und schließlich d) den Bemühungen um „nicht-drexlerianische“ Langfrist-Visionen in Politik, Wirtschaft und Wissenschaft.

Die in dem zuletzt genannten Diskurs – hinsichtlich der „Converging Technologies“ („nano, bio, info, cogno“) – propagierte Vision einer „neuen Renaissance“ soll durch „material unity at the nanoscale and on technology integration from that scale“ realisiert werden, in Form einer transdisziplinären „unification of science and technology“ (Roco, Bainbridge 2002, S. 2). Diese Vision ist nicht unproblematisch: In der Geistesgeschichte des Westens stellt die Renaissance selbst eine Art Mythos dar, der u. a. mit Bildern des Aufbruchs in unbekannte Gebiete und mit pantheistischen Ideen verbunden ist. Mit der Rede von einer „neuen Renaissance“ – offenkundig gedacht als eine Renaissance der Renaissance und nicht als neuerliche Wiedergeburt der Antike – wird die Nanoforschung zu einem Aufbruch in eine neue Welt stilisiert und mit Jahrhunderte alten, nie eingelösten Hoffnungen der westlichen Kultur-entwicklung verbunden. Des Weiteren stößt

man auf Beispiele für eine Rhetorik der Eroberung und „Frontier“, eine „naturüberhebliche“ Sprache (Nordmann 2003) sowie auf die Vorstellung eines künftigen Entwicklungssprungs der Menschheit. Letztere ist aus anderen Technologiedebatten (z. B. zum Internet) bekannt und treibt auch populärkulturelle Blüten.

Viele wissenschaftliche und politische Bemühungen um Langfrist-Visionen für die Nanoforschung können – zumindest hinsichtlich der Inhalte – nicht säuberlich vom „drexlerianischen“ Nanofuturismus getrennt werden. Ein Grund dafür ist die Durchdringung der visionären Diskurse mit mythischen, religiösen und utopischen Bildern und Vorstellungen (wie z. B. Apokalypse, Paradies, Goldenes Zeitalter, Prometheus und Pandora, Golem, Gottgleichheit des Menschen, Füllhorn). Sie sind aus anderen Technologiedebatten bekannt, treten aber im Nanofuturismus, wohl aufgrund des Querschnittscharakters der Technologie, geballt und zum Teil auch in extremerer Form auf. Der Nanofuturismus ist zudem Teil eines allgemeinen Techno-Futurismus, der nicht nur öffentlichkeitswirksam ist, sondern ebenfalls Teile der Forschung beeinflusst. Auch dieser Futurismus bedient sich mythischer und religiöser Vorstellungen (Berne 2003), tritt dabei aber zugleich radikal individualistisch, materialistisch, wissenschaftsgläubig, „zukunftssüchtig“ (Marvin Minsky) und oft auch populärkulturell und anarchisch-wirtschaftsliberal auf. Man hat den Eindruck, dass seine Anhänger vor allem durch Angst vor Alter und Tod sowie durch die Abneigung gegen traditionelle Kollektive und christliche Demut angetrieben werden.

ad 2.) Popularisiert wird der „quasi-religiöse“ Futurismus u. a. durch eine Reihe soziokultureller Gruppierungen („Transhumanisten“, „Extropier“, „Kryoniker“ etc.) sowie durch Science Fiction. Während in dieser spielerisch die Zukunft ausgemalt wird, geht es jenen gerade „nicht um das Spiel mit der Zukunft, sondern um Wahrheit und Wirklichkeit“ (so Minsky über die „Extropier“). Möglicherweise ließen sich Voraussetzungen und Konturen des aktuellen Techno-Futurismus durch eine Analyse des Diskurses dieser Gruppierungen herausarbeiten. (Sie haben u. a. ihre historischen Bezugspunkte und Zukunftserwartungen im Internet öffentlich gemacht.) In der fiktiven Literatur wird Nanotechnologie ebenfalls in nicht unerheblichem

Umfang thematisiert: Der Erfolgsautor Michael Crichton („Prey“, 2002; wird derzeit verfilmt) nahm sich vor kurzem des Themas an und schon Klassiker der Science Fiction wie z. B. Stanislaw Lem entwickelten einige Ideen zu einer zukünftigen Nanotechnologie. Seit Anfang der 1990er Jahre ist in dem Genre eine gewisse Tendenz zu nanofuturistischen Themen festzustellen – und auch in der Wissenschaft wurde die Relevanz einschlägiger Science Fiction erkannt (vgl. dazu auch: die Aktivitäten der Forschungsgruppe „NIRT“, s. o.). Zumindest einige der bekannteren Werke, die Nanotechnologie thematisieren, rekurren dabei stark auf Ideen Drexlers, was ihre Bedeutung für ein „Vision Assessment“ eher schmälert. Es könnte allerdings z. B. durch Befragungen überprüft werden, ob die in letzter Zeit oft geäußerte Behauptung einer hohen Affinität des naturwissenschaftlich-technischen Nachwuchses zu Science Fiction zutrifft.

ad 3.) Hinsichtlich des öffentlichen Verständnisses sowie des Selbstverständnisses von Nanowissenschaft und -technologie sind regelmäßige Befragungen von Experten, wissenschaftlichem Nachwuchs und in der Gesamtbevölkerung sowie Medienanalysen zur Bedeutung des Nanofuturismus wünschenswert. Des Weiteren wurde die Organisation von öffentlichen Foren und Fokus-Gruppen vorgeschlagen (Renn 2004). Neuere Studien kommen (wie z. B.: BMRB Social Research 2004 für Großbritannien) zu dem Ergebnis, dass das öffentliche Profil der Nanotechnologie noch wenig entwickelt und weitgehend unbeeinflusst von futuristischen Schreckensvisionen ist. Gerade auch in dem nanowissenschaftlich- und -technologisch avancierten Deutschland wird aber Bedarf für Untersuchungen bestehen, die zeitlich so konzipiert sind, dass mögliche Auswirkungen eines Publikumserfolgs der Verfilmung von Crichtons „Prey“ erfasst werden.

## 5 Ausblick

Ein „Vision Assessment“ zur Nanotechnologie, das auch den Futurismus analysiert und bewertet, läuft möglicherweise Gefahr, zu stark mit spekulativen Themen belastet zu werden. Die Auseinandersetzung mit dem Nanofuturismus ist jedoch – u. a. aufgrund der in ihm festzustel-

lenden Ballung technologischer Mythen – nicht nur generell von Interesse für TA (und darüber hinaus für die Interpretation des modernen westlichen Selbstverständnisses und unserer Zukunftshoffnungen und -ängste); sondern sie könnte auch dazu beitragen, in einem „Vision Assessment“ gleichsam die Spreu vom Weizen zu trennen: Sinnvolle Leitbilder, mit denen dem polyvalenten Charakter von Visionen Rechnung getragen wird, werden vermutlich nur dann entstehen, wenn vorher die verschiedenen Spielarten des Nanofuturismus aufgearbeitet und dessen Visionen kritisch reflektiert worden sind.

## Literatur

*Ball, P.*, 2003: 2003: Nanotechnology in the firing line; <http://www.nanotechweb.org/articles/society/2/12/1/1> (23.12.2003), abgerufen am 02.05.2004

*Baum, R.*, 2003: Nanotechnology – Drexler and Smalley make the case for and against ‘molecular assemblers’. In: *Chemical & Engineering News*, Vol. 81, No. 48, S. 37-42; <http://pubs.acs.org/cen/coverstory/8148/8148counterpoint.html>, abgerufen am 05.05.2004

*Berne, R.W.*, 2003: Recognizing Mythology in Visions of New Technology. In: *IEEE Technology and Society Magazine* (Frühjahr 2003), S. 34-39

BMBF 2004: Nanotechnologie erobert Märkte. Berlin

*BMRB Social Research*, 2004: Nanotechnology: Views of the General Public; <http://www.nanotec.org.uk/Market%20Research.pdf>, abgerufen am 18.05.2004

*Editors of The New Atlantis*, 2004: The Nanotech Schism. In: *The New Atlantis* (Nr. 4, Winter 2004), S. 101-103; <http://www.thenewatlantis.com/archive/4/soa/nanotech.htm>, abgerufen am 22.05.2004

*European Commission (Community Health and Consumer Protection)*, 2004a: Nanotechnologies: A Preliminary Risk Analysis; [http://europa.eu.int/comm/health/ph\\_risk/events\\_risk\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/health/ph_risk/events_risk_en.htm), abgerufen am 04.05.2004

*Europäische Kommission*, 2004b: Mitteilung der Kommission „Auf dem Weg zu einer europäischen Strategie für Nanotechnologie“. KOM(2004) 338 endgültig. Brüssel, den 12.05.2004

*Geisler, L.*, 2000: Träume und Visionen von Biowissenschaftlern. In: Schell, T. von; Seltz, R. (Hrsg.): *Inszenierungen zur Gentechnik – Konflikte, Kommunikation und Kommerz*. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag, S. 132-141

Grin, J., Grunwald, A. (Hrsg.), 2000: Vision Assessment: Shaping Technology in 21<sup>st</sup> Century Society. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag

Grunwald, A., 2004: Vision Assessment as New Element of the FTA Toolbox. Vortrag, EU-US Seminar: New Technology Foresight, Forecasting & Assessment Methods; Sevilla, 13.-14.05.2004

Heckl, W.M., 2002: Gefräßige Nanobots – Michael Crichton schürt die Angst vor der neuen Technologie. In: FAZ, 29.11.2002, Nr. 278, S. 41

Joy, B., 2000: Why the future doesn't need us. In: Wired (April 2000), S. 238-262

Keiper, A., 2003: The Nanotechnology Revolution. In: The New Atlantis (Nr. 2, Sommer 2003), S. 17-34; <http://www.thenewatlantis.com/archive/2/keiper.htm>, abgerufen am 17.05.2004

Nordmann, A., 2003: Shaping the World Atom by Atom: Eine nanowissenschaftliche WeltBildanalyse. In: Grunwald, A. (Hrsg.): Technikgestaltung zwischen Wunsch und Wirklichkeit. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, S. 191-199

Nordmann, A., 2004: Social Imagination for Nanotechnology. In: European Commission (Hrsg.): Nanotechnologies; a. a. O., S. 111-114

Paschen, H.; Coenen, C.; Fleischer, T.; Grünwald, R.; Oertel, D.; Revermann, C., 2004: Nanotechnologie – Forschung, Entwicklung, Anwendung. Berlin: Springer-Verlag

Renn, O., 2004: Public Perception of Nanotechnology. In: European Commission (Hrsg.): Nanotechnology, S. 123-125

Roco, M.C., Bainbridge, W.S., 2002: Overview. In: Roco, M.C.; Bainbridge, W.S. (Hrsg.): Converging Technologies for Improving Human Performance, S. 1-24; <http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies>

Schirrmacher, F. (Hrsg.), 2001: Die Darwin AG. Wie Nanotechnologie, Biotechnologie und Computer den neuen Menschen träumen. Köln: Kiepenheuer & Witsch

Wingert, B.; Riehm, U., 2003: Elektronisches Publizieren. Mythen, Leitbilder, Visionen – und die „Wirklichkeit“? In: Dittrich, K., König, W., Oberweis, A., Rannenber, K., Wahlster, W. (Hrsg.): Informatik 2003. Innovative Informatikanwendungen. Beiträge der 33. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 29.09.-02.10.2003, Frankfurt am Main. Workshop „die Zukünfte des Internet: eine Retrospektive“. Bonn: Gesellschaft für Informatik, S. 141-148

Woods, S., Jones, R., Geldart, A., 2003: The Social and Economic Challenges of Nanotechnology; <http://www.esrc.ac.uk/esrccontent/DownloadDocs/Nanotechnology.pdf>

## Kontakt

Christopher Coenen  
Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB)  
Neue Schönhauser Straße 10, 10178 Berlin  
Tel.: + 49 (0) 30 / 284 91 - 116  
Fax: + 49 (0) 30 / 284 91 - 119  
E-Mail: [buero@tab.fzk.de](mailto:buero@tab.fzk.de)  
Internet: <http://www.tab.fzk.de>

« »