Forschungszentrum Karlsruhe
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Institut für Technikfolgen-abschätzung und Systemanalyse

TECHNIKFOLGENABSCHÄTZUNG
Theorie und Praxis

Nr. 2, 13. Jahrgang – Juni 2004

Schwerpunktthema

Große Aufmerksamkeit für kleine Welten – Nanotechnologie und ihre Folgen

T. Fleischer, M. Decker, U. Fiedeler: *Einführung in den Schwerpunkt* 5

M. Decker, U. Fiedeler, T. Fleischer: *Ich sehe was, was Du nicht siehst … zur Definition von Nanotechnologie* 10

D. Oertel: *Nanotechnologie in Forschung, Entwicklung und Anwendung. TAB-Projekt „Nanotechnologie“ (TA-Projekt)* 17

V. Dietz: *Innovations- und Technikanalyse zur Nanotechnologie* 20

W. Luther, N. Malanowski: *Das wirtschaftliche Potenzial der Nanotechnologie* 26

M. Steinfeldt: N*achhaltigkeitseffekte durch Herstellung und Anwendung nanotechnologischer Produkte* 34

R. Farkas, Chr. Monfeld: *Ergebnisse der Technologievorschau ‚Nanotechnologie pro Gesundheit’ 2003* 42

L. Tiefenauer: *Nanotechnologie in der Medizin* 52

H.F. Krug, K. Kern, S. Diabaté: *Toxikologische Aspekte der Nanotechnologie. Versuch einer Abwägung* 58

U. Fiedeler, T. Fleischer, M. Decker: *Roadmapping als eine Erweiterung des „Methoden-Werkzeugkastens“ der Technikfolgenabschätzung?* 65

A. Grunwald: *Ethische Aspekte der Nanotechnologie. Eine Felderkundung* 71

Chr. Coenen: *Nanofuturismus: Anmerkungen zu seiner Relevanz, Analyse und Bewertung* 78

TA-Institutionen und -programme

Technology Assessment in Japan: Past, Present, and Future (S. Kobayashi) 86

Fortsetzung Seite 2

Fortsetzung des Inhaltsverzeichnisses

TA-Konzepte und -Methoden

Citizens and Experts in Risk Assessment: Technical Knowledge in Practical Deliberation (F. Fischer) 90

Ergebnisse von TA-Projekten – Neue TA-Projekte

The praxis of reflexive design: lessons from a Dutch programme on sustainable live-stock systems (J. Grin, F. Felix, B. Bos, S. Spoelstra) 99

Informationsmanagement einer Landschaft im Wandel (R. Weinkauf, R. Patz) 107

Rezensionen und Kurz-vorstellungen von Büchern

N. Gottschalk-Mazouz, N. Mazouz (Hrsg.), 2003: *Nachhaltigkeit und globaler Wandel. Integrative Forschung zwischen Normativität und Unsicherheit.* (Rezension von A. Daschkeit) 111

J. Kopfmüller (Hrsg.), 2003: *Den globalen Wandel gestalten. Forschung und Politik für einen nachhaltigen globalen Wandel.* (Rezension von A. Daschkeit) 115

R. McLeman, B. Smit, 2003: *Climate Change, Migration and Security. Commentary No. 86, a Canadian Security Intelligence Service publication* sowie
P. Schwartz, D. Randall, 2003: *An Abrupt Climate Change Scenario and Its Implications for United States National Security. A report commissioned by the U.S. Defense Department*
(Anmerkungen von G. Sardemann) 120

N.C. Karafyllis (Hrsg.), 2003: *Biofakte. Versuch über den Menschen zwischen Artefakt und Lebewesen.* (Rezension von G. Banse) 123

- Kurzvorstellungen von Büchern - 125

Tagungsberichte und -ankündigungen

TA'04: Exklusive Technik? Neue Technologien zwischen erweiterten Handlungsspielräumen und eingeschränktem Zugang (Wien, 7. Juni 2004) 128

Symposium „Fortschritte bei der Herausbildung der Allgemeinen Technologie" (Berlin, 14. Mai 2004) 130

EU-US Scientific Seminar: New Technology Foresight, Forecasting & Assessment Methods (Sevilla, Spanien, 13.-14. Mai 2004) 132

Kolloquium „Globale Umweltveränderungen, Wasser und Gesell-schaft". Das Wissenschaftliche Zentrum für Umweltforschung der Universität Kassel feiert 10jähriges Bestehen (Kassel, 28. April 2004) 135

Symposium „Netzbasierte Kommunikation und das Verhältnis von Identität und Gemeinschaft"
(San Sebastian, Spanien, 23.-24. April 2004) 136

- Tagungsankündigungen / Events - 140

Fortsetzung Seite 3

ITAS-News

NTA1 – Erste Konferenz des Netzwerks TA: „Technik in einer fragilen Welt. Die Rolle der Technikfolgenabschätzung.“ 152

Aufruf zur Gründung eines „Netzwerks TA“ 154

Prospektive Systemanalyse – Konzepte und Verfahren. Bericht über den Helmholtz-Workshop am ITAS (19. März 2004) 155

FISTERA Project Enters New Phase 156

ITAS-Workshop „Das integrative Konzept nachhaltiger Entwicklung in der Praxis“ 157

TAB-News

TAB-Berichte im Deutschen Bundestag 158

Öffentliche Sitzung des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung zum Thema „Biometrie“ 158

TAB-Fachgespräch im Rahmen des TA-Projekts „Reduzierung der Flächeninanspruchnahme – Ziele, Maßnahmen, Wirkungen“ 159

Neue Veröffentlichungen im Buchhandel 159

– *Entwicklungstendenzen bei Nahrungsmittelangebot und -nachfrage. Eine Basisanalyse* 159
– *Nahrungsmittelqualität der Zukunft – Handlungsfelder und Optionen* 159
– *Regionalität von Nahrungsmitteln in Zeiten der Globalisierung* 159
– *Der aufgeklärte Verbraucher – Verbesserungspotenziale der Kommunikation über Nahrungsmittel* 160
– *Nanotechnologie. Forschung, Entwicklung, Anwendung* 160

SCHWERPUNKTTHEMA

Große Aufmerksamkeit für kleine Welten – Nanotechnologie und ihre Folgen

Eine Einführung in den Schwerpunkt von Torsten Fleischer, Michael Decker und Ulrich Fiedeler, ITAS

Auch wenn es gelegentlich anders scheint: Nanotechnologie ist für die Technikfolgenabschätzung eigentlich gar kein so neuer Untersuchungsgegenstand. Schon seit etwa zehn Jahren sind in Deutschland – anfangs noch mit relativ enger inhaltlicher Ausrichtung, später mit wachsender Breite und Tiefe – entsprechende Aktivitäten zu verzeichnen. Verstärkte öffentliche Aufmerksamkeit erlangte das Thema aber erst Anfang dieses Jahrzehnts. Seitens der Forschungspolitik vieler Industrieländer wurde Nanotechnologie eingeführt als ein neuer strategischer Ansatz, der umfangreiche Potenziale im Hinblick auf ökonomischen Nutzen und die Lösung zahlreicher wissenschaftlicher und gesellschaftlicher Herausforderungen zu erschließen verspricht. Dies wurde begleitet von einer Informationsoffensive für die Öffentlichkeit. In den Medien fand dies umfangreiche Resonanz; in deren Berichten wurden hoffnungsvolle, oft visionäre Anwendungen besonders herausgestellt.

Nahezu zeitgleich begann eine – in Deutschland vor allem im Feuilleton geführte – Diskussion, die sich äußerst kritisch mit hypothetischen Folgen von Nanotechnologie auseinandersetzt. Wesentlich mit ausgelöst wurde sie durch einen im Magazin „Wired“ erschienenen Artikel von Bill Joy „Warum die Zukunft uns nicht braucht“ (Joy 2000). Joy ist Chief Scientist of Sun Microsystems, Wired eine wichtige Zeitschrift der IT-Community – beide mithin blinder Technikkritik weitgehend unverdächtig. Joy weist mit dramatischem Gestus auf gravierende Folgen der neuen Techniken – Gentechnik, Nanotechnologie, Robotik – hin und fordert Verzicht: Angesichts der Unsicherheit und Begrenztheit des Wissens über den Fortgang technischer Entwicklungen und der weitreichenden Potenziale von Nanotechnologie entstünden Risiken, denen man nur durch Verzicht auf Entwicklung und Nutzung dieser Techniken ausweichen könne.

Im Zuge dieser Debatte wird auch die Forschungspolitik aktiver. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gibt eine – 2001 veröffentlichte – „Vorstudie für eine Innovations- und Technikanalyse Nanotechnologie“ (Malanowski 2001) in Auftrag. Diese liefert wesentliche inhaltliche Grundzüge für eine BMBF-Ausschreibung für eine umfassendere „Innovations- und Technikanalyse zur Nanotechnologie“, in deren Folge ab September 2002 drei Studien zu den Chancen und Risiken der Nanotechnologie mit den Schwerpunkten „Das wirtschaftliche Potenzial der Nanotechnologie“, „Nachhaltigkeitseffekte durch Herstellung und Anwendung nanotechnologischer Produkte“ sowie „Nanotechnologie und Gesundheit“ erarbeitet wurden. Volkmar Dietz vom BMBF erläutert in seinem Beitrag die Geschichte und die Motivation für die ITA-Aktivitäten des Forschungsministeriums in diesem Feld und gibt einen Ausblick auf offene Fragen der Begeleitforschung, zudem werden alle drei erwähnten Studien durch die Autoren in diesem Heft vorgestellt.

Auch der Deutsche Bundestag beauftragte – angeregt durch einen Vorschlag der F.D.P.-Fraktion – das Büro für Technikfolgen-Abschätzung (TAB) mit der Durchführung eines umfassenden TA-Projektes „Nanotechnologie“, welches im September 2001 begonnen und dessen Ergebnisse im November 2003 der Öffentlichkeit vorgelegt wurden (Paschen et al. 2003). Dagmar Oertel präsentiert in ihrem Beitrag noch einmal kurz diese wohl momentan umfangreichste und aktuellste TA-Studie zu Nanotechnologie aus dem deutschsprachigen Raum und geht dabei auch auf den Stand ihrer Rezeption im parlamentarischen Raum ein.

Weiterhin beginnt die Europäische Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen Bad Neuenahr-Ahrweiler ein Projekt, in dem unter dem Titel „Nanomaterialien, Nanodevices, Nanocomputing – Standortbestimmung und Perspektiven“ ausgewählte Themen aus dem Feld der Nanotechnologie detaillierter untersucht werden sollen (Schmid et al. 2003). Auch am Institut für

Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des Forschungszentrums Karlsruhe werden erste Arbeiten im Rahmen des Strategiefondsvorhabens der Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF) „Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland" durchgeführt und publiziert (Fleischer 2002 und 2003).

Eineinhalb Jahre nach ihrem Beginn wird die allmählich auslaufende Joy-Debatte aufgefrischt durch Erscheinen des Romans „Beute (Prey)" von Michael Crichton, in dem Nanotechnologie eine wichtige Rolle als Bestandteil eines Bedrohungsszenarios zugeschrieben wird. In dessen Kielwasser legt die etc-group einen Report mit dem Titel „The Big Down: From Genoms To Atoms. Atomtech – Technologies Converging at the Nano-scale" vor (etc-group 2003). In diesem wird die Nanotechnologie in die Nähe der Gentechnik (und sprachlich auch zur „Atomtechnik") gerückt, weil sie ähnliche Gefahren wie diese berge. Besonders im englischen Sprachraum finden beide große Aufmerksamkeit in Presse und Politik. Zugleich werden in Deutschland erste Analysen und Zwischenergebnisse aus den oben genannten Arbeiten veröffentlicht, die eine abgewogenere Auseinandersetzung mit den Chancen und Risiken von in nächster Zeit vor der Einführung stehender Nanotechniken zum Gegenstand haben, in ihrer Differenziertheit und Unaufgeregtheit allerdings weit weniger mediale Resonanz erzeugen.

Trotz all dieser Aktivitäten durfte die staunende Fachwelt nämlich im Juli 2003 einer wichtigen deutschen Tageszeitung entnehmen, dass Deutschland der Debatte hinterherhinke: „In Deutschland gibt es dagegen nur punktuelle Initiativen, hier ein Büchlein des VDI-Technologiezentrums, dort ein Seminar des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung oder des Karlsruher Zentrums für Kunst und Medien. Die Enquete-Kommission Biomedizin des Bundestags hat das Thema aufgenommen – als untergeordneten Tagesordnungspunkt. Bis die deutsche Fachwelt und die Politik in den angloamerikanischen Diskurs einsteigen, bleibt das Feld unterhaltsamen Psycho-Schauderproduktionen wie „Hulk" und „Terminator" überlassen, und es droht die Karikatur zur Wahrnehmung zu werden" (FAZ 2003).

Allein dies würde schon genug Stoff für eine erneute Reflexion über das Verhältnis von Technikfolgenabschätzung und Medien liefern. Etwa drei Monate später durfte man aus einer kaum minder renommierten deutschen Wochenzeitung auch noch Folgendes erfahren: „Im kommenden Jahr, so klingt es derweil aus dem Ministerium, werde man gleich drei nagelneue Nanostudien präsentieren. Nicht etwa fachwissenschaftliche Arbeiten, sondern Beschreibungen von, nun ja: ‚Chancen und Risiken'. Das kostet dann wieder 800.000 Euro. (…) Egal, das BMBF plant weitere Studien. Mit Wissenschaft hat das alles nichts zu tun, aber jeder kann mitmachen" (DIE ZEIT 2003).

Als hätte es dieser Herausforderung überhaupt noch bedurft, entschloss sich der Herausgeberkreis der Zeitschrift „Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis", für das nächste verfügbare Heft einen Schwerpunkt „Nanotechnologie" zusammenzustellen. Ziel war es zum einen, durch die Präsentation der unserer Meinung nach wichtigsten TA-Studien aus dem deutschen Sprachraum dem interessierten Leser einen Überblick über deren Ergebnisse zu ermöglichen. Zudem sollten auch bei der Erstellung der Studien gewonnene Erfahrungen, vor allem methodischer Art, sowie neue aufgetauchte oder noch ihrer Bearbeitung harrende Forschungsfragen vermittelt werden.

Durch diese Fokussierung – schon der Umfang dieses Schwerpunktthemas zeigt, welche Fülle an Material zur Verfügung stand – mußten wir auf eine Darstellung der nicht minder ausgedehnten Aktivitäten aus dem englischsprachigen Raum verzichten. Der Vollständigkeit halber, und um dem interessierten Leser eine Recherche und eine Erweiterung der Perspektive zu erleichtern, sollen die aus unserer Sicht interessantesten Arbeiten im Folgenden aufgeführt werden.

Bereits 2001 führte die National Science Foundation in den USA ein Seminar zu den gesellschaftlichen Folgen von Nanotechnologie durch, aus dessen Proceedings (NSF 2001) sich zahlreiche Anregungen für neue TA-Fragestellungen gewinnen lassen. Eine Nachfolgeveranstaltung fand im Dezember 2003 statt, allerdings waren deren Proceedings zum Zeitpunkt des Druckes dieses Heftes noch nicht verfügbar. Aus den Vereinigten Staaten sind sicher auch in Zukunft noch wichtige Diskussionsbeiträge zu

den Folgen von Nanotechnologie zu erwarten, nicht zuletzt deshalb, weil der Ende 2003 vom Kongress verabschiedete und vom Präsidenten unterzeichnete „21st Century Nanotechnology Research and Development Act“ auch die Gründung eines „American Nanotechnology Preparedness Center“ vorsieht, welches sich unter anderem der Untersuchung gesellschaftlicher, ethischer, ökologischer und rechtlicher Folgen der Nanotechnologie widmen soll.

Auch in Großbritannien gibt es ähnliche Aktivitäten. Mitte 2003 stellte der Economic & Social Research Council (ESRC 2003) einen Bericht zu den gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Herausforderungen durch Nanotechnologie vor. Etwa zeitgleich begannen die Royal Society und die Royal Academy of Engineering eine – noch andauernde – Untersuchung zu den Chancen und Risiken von Nanotechnologie.

Wie bereits weiter oben ausgeführt, widmen sich auch einige ökologisch orientierte Nichtregierungsorganisationen dieser Thematik. Neben der genannten etc-group soll hier Greenpeace Erwähnung finden, deren ebenfalls im vergangenen Jahr erschienener Report (Greenpeace 2003) ausgewogener und weit weniger alarmistisch und polemisch als die etc-Studie ist, konsequenterweise aber auch weniger mediale Beachtung fand.

Zurück zum Schwerpunktthema. Den Anfang macht ein Aufsatz aus ITAS, der sich der Problematik der Definition von „Nanotechnologie“ widmet. In vielen Diskussionen, sowohl zwischen Wissenschaftlern und Forschungspolitikern als auch mit der interessierten Öffentlichkeit zeigt sich immer wieder, dass der Begriff einen breiten Interpretationsspielraum zulässt. Während dies für manche Zwecke durchaus gewünscht zu sein scheint, ist es für andere durchaus problematisch. Unterschiedliche Begriffsverständnisse erschweren die Kommunikation mit Öffentlichkeit und Medien, zudem sind sie eine große Herausforderung für quantitative Studien, etwa zu Marktvolumina (siehe auch Luther und Malanowski in diesem Schwerpunkt). Wie die Autoren zeigen, bringt der Versuch einer strengeren Definition – hier angelehnt an die oben schon erwähnten Arbeiten einer Studiengruppe an der Europäischen Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen Bad Neuenahr-Ahrweiler (Schmid et al. 2003) neue Fragen mit sich.

Der Beschreibung der TAB-Studie schließt sich die Vorstellung der Ergebnisse der drei ITA-Studien des BMBF (s. o.) an, der wir nicht zuletzt wegen ihrer Aktualität hier breiten Raum gegeben haben. Neben zwei querschnittsorientierten Fragestellungen war das BMBF vor allem an den Anwendungen der Nanotechnologie im Gesundheitsbereich interessiert (Farkas); eine Thematik, der sich fast zeitgleich auch das schweizerische Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung TA-SWISS angenommen hat (Tiefenauer). Von besonderem Interesse dürfte sein, Ausrichtung und Ergebnisse beider Untersuchungen miteinander zu vergleichen (und vielleicht auch das hier nicht vertieft ausgeführte Kapitel „Life Sciences“ in der TAB-Studie daneben zu legen).

Einen engen Bezug zu Gesundheitswirkungen von Nanotechnologie hat die bereits öffentlich breit diskutierte Frage nach den Gesundheits- und Umweltrisiken von Nanopartikeln und nanopartikelhaltigen Produkten. Eine Anregung aus Gesprächen auf dem NanoVision-Workshop Ende letzten Jahres in Karlsruhe aufgreifend (Fiedeler et al. 2004) haben wir die Toxikologen Harald Krug, Katrin Kern und Sylvia Diabaté gebeten, die Thematik aus der Sicht ihrer Disziplin darzustellen. Ihr Aufsatz, dessen naturwissenschaftliche Diktion bewusst die Grenzen des in dieser Zeitschrift sonst Üblichen überschreitet, bietet einen guten Überblick der wissenschaftlichen Diskussion um die Gesundheitswirkungen von feinen und ultrafeinen Partikeln. Er ordnet die Nanopartikel in diese Diskussion ein, zeigt die methodischen Herausforderungen der Risikodiskussion aus der Perspektive der Toxikologie auf und gibt einen Ausblick auf offene Forschungsfragen und Lösungsansätze.

Den Abschluss bilden drei aus den Herausforderungen der Gegenwart geborene, aber weiter in die Zukunft blickende Artikel aus ITAS. Die Arbeitsgruppe zu Nanotechnologie des ITAS diskutiert, inwieweit der Charakter von Nanotechnologie als „enabling technology“ methodische Zwischenschritte für eine Technikfolgenabschätzung notwendig macht und ob das aus dem FuE-Management in Unternehmen stammende Konzept des Roadmapping dafür Anregungen bieten könnte. Armin Grunwald

widmet sich den ethisch relevanten Aspekten der Nanotechnologie und stellt ausgewählte Beispielfelder vor. Anhand derer erarbeitet er wichtige, aus den technischen Möglichkeiten der Nanotechnologie erwachsende oder mit ihren Visionen verbundene ethische Fragestellungen, erteilt aber zugleich Forderungen nach einer eigenen „Nanoethik“ eine Absage. Visionen der Nanotechnologie sind auch das Thema von Christopher Coenen (ITAS/TAB), der seine schon in der TAB-Studie begonnenen Ausführungen zu Rolle und Risiken von Visionen weiterführt. Neben einem Überblick über jüngere Entwicklungen in dieser Debatte präsentiert er einige Überlegungen zur möglichen Bedeutung des „Nanofuturismus“ im Kontext von Technikfolgenabschätzungen.

Die Herausgeber des Schwerpunktes danken allen Autorinnen und Autoren sehr herzlich für ihre Mühe sowie die Bereitschaft, zu diesem Heft einen Beitrag zu leisten. Wenngleich schon einige interessante Ergebnisse aus TA-Untersuchungen vorliegen, zeigt sich doch, dass in Bezug auf TA zur Nanotechnologie noch viel mehr vor als hinter uns liegen dürfte. Für eine ganze Reihe von im Kontext von Nanotechnologie diskutierten Materialien, Produkten, Techniken, Verfahren gibt es selbst in Bezug auf grundsätzliche Fragestellungen noch beträchtlichen Forschungsbedarf.

So wird es auch in Zukunft darum gehen müssen, die „methodische Lücke“ zwischen den „Nanotechnologie“ genannten Aktivitäten (die sich mehrheitlich in frühen Stadien von Forschung und Entwicklung befinden) und konkreten Produkt- und Anwendungsideen und ihren Nutzungskontexten (anhand derer sich in der Regel erst konkrete Folgen untersuchen und diskutieren lassen) zu schließen. Roadmapping könnte ein möglicher Ansatz dafür sein. Die damit notwendigerweise einhergehende Konkretisierung der Technikfelder würde auch einigen momentan zu beobachtenden Tendenzen zur Banalisierung der Folgenforschung zu Nanotechnologie durch übermäßige Komplexitätsreduktion und ungerechtfertige Generalisierung und einer damit verbundenen Beliebigkeit der Resultate entgegenwirken. Die Leitinnovationen des BMBF, etwa „NanoMobil“, oder die Aktivitäten des EU-Exzellenznetzwerkes „Nano2Life“ bieten potenzielle Anknüpfungspunkte für detailliertere Analysen, auch „Nano for Energy”, „Nano4Waste“ oder die so genannten „konvergierenden Techniken“ könnten aussichtsreiche Untersuchungsfelder sein. Zudem böten sich bei einigen der hier genannten Anwendungsfelder mögliche Plattformen für die Untersuchung der Nachhaltigkeitspotenziale neuer technischer Entwicklungen.

Dabei sind einfache und schnelle Antworten kaum zu erwarten. Schon das Verhältnis von Nachhaltigkeit und Technik ist diskutabel. Technikeinsatz wirkt sich nicht generell für oder gegen bestimmte Nachhaltigkeitsregeln aus. Häufig gibt es uneindeutige und gegenläufige Effekte und Einschätzungen. Technik ist insoweit immer ambivalent. Dies birgt erhebliche methodische Herausforderungen in Bezug auf Analyse und Bewertung. Dieses ex ante vollständig leisten zu wollen hieße, schon den inhaltlichen Anspruch von Technikfolgenabschätzungen zu Nanotechniken zu überfordern. Vielmehr geht es um die Initiierung eines Prozesses der Technikgestaltung, bei dem in gegenseitiger Kooperation zwischen Technikentwicklung und Folgenanalyse, zwischen Nachhaltigkeitsforschung und Nanowissenschaften, vielleicht auch zwischen Marktforschung und Technikfolgenabschätzung der Entstehungsprozess neuer Techniken begleitet wird. Ein solches reflexives Vorgehen trüge sicherlich zahlreichen Forderungen aus der Debatte um eine „nachhaltige Forschungs- und Technikpolitik“ Rechnung.

Die Debatte um die Folgen von Nanotechnologie ist zudem eng verwoben mit einer Diskussion von möglichen Folgen der ihr zugerechneten Visionen. Dabei zeichnen sich zwei Diskurslinien ab. Wissenschaftsbasiert-technikoptimistische Visionen bauen auf wissenschaftlichen Erkenntnissen auf, widersprechen nicht bekannten Naturgesetzen und berücksichtigen Rahmenbedingungen der Technikentwicklung und deren Wandel. Sie spielen eine (zunehmend) wichtige Rolle in der Forschungspolitik („hope and hype“), können orientierend und handlungsleitend sein und die bereits frühzeitige gesellschaftliche Auseinandersetzung mit technischem Wandel ermöglichen. In futuristisch-dystopischen Visionen hingegen lässt Technik entweder „alle Menschheitsträume wahr“ werden oder bedroht die Menschheit oder deren Existenzgrundlagen. Beide Typen beeinflussen sowohl Wissenschaft als auch Forschungspoli-

tik. Sie ermöglichen neue Ideen und sollen Technikbegeisterung wecken, sie sind aber auch die Basis für unbegründete Hoffnungen und Befürchtungen. Problematisch ist, dass diese Diskurse zunehmend zu verschmelzen scheinen. Visionen, vor allem ihr kognitiver und evaluativer Gehalt und ihre Folgen, könnten aus diesen Gründen zu einem – wiederentdeckten – Analysegegenstand innerhalb von Technikfolgenabschätzungen werden (Grunwald 2004). Denn bei aller Unklarheit über die Realisierungswahrscheinlichkeit von nanotechnologiebezogenen Visionen – erweisen sich manche von ihnen als technisch-ökonomisch realisierbar, werden sie weitreichende Diskussionen um ihre gesellschaftlichen Implikationen zur Folge haben. Und gerade weil dies alles mit Wissenschaft (und Technik und ihren gesellschaftlichen Auswirkungen) zu tun hat, kann, darf, sollte jeder mitmachen.

Literatur

ESRC/Economic & Social Research Council (ed.), 2003: The Social and Economic Challenges of Nanotechnology“. Swindon, UK

etc-Group, 2003: The Big Down: From Genomes to Atoms. Atomtech: Technologies Converging at the Nano-scale. January 2003. Winnipeg, Manitoba, Canada

FAZ/Frankfurter Allgemeine Zeitung, 2003: Der Phantasie-Utopie-Angst-Komplex. Zwischen Hulk und Terminator: Deutschland hinkt in der Debatte um die Nanotechnologie hinterher. Frankfurter Allgemeine Zeitung, 21.07.2003, Nr. 166, S. 40

Fiedeler, U.; Fleischer, T.; Decker, M., 2004: Nanopartikel unter der Lupe. In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, Heft 1, 13. Jg., März, S. 121-124

Fleischer, T., 2002: Technikfolgenabschätzungen zur Nanotechnologie – Inhaltliche und konzeptionelle Überlegungen. In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, Heft 3/4, 11. Jg., November, S. 111-122

Fleischer, T., 2003: Technikgestaltung für mehr Nachhaltigkeit: Nanotechnologie. In: Coenen, R.; Grunwald, A. (Hrsg.): Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland. Analyse und Lösungsstrategien Berlin: edition sigma (Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland, Bd. 5)

Greenpeace, 2003: Future Technologies, Today’s Choices. Nanotechnology, Artificial Intelligence and Robotics. A technical, political and institutional map of emerging technologies. Greenpeace Environmental Trust London, July 2003

Grunwald, A., 2004: Vision Assessment as a new Element of the FTA Toolbox. EU-US Seminar New Technology Foresight, Forecasting & Assessment Methods. Seville, 13-14 May 2004

Joy, B., 2000: Why the future doesn’t need us. Wired, Issue 8.04. April 2000

Malanowski, N., 2001: Vorstudie für eine Innovations- und Technikanalyse Nanotechnologie. VDI-Technologiezentrum, Abteilung Zukünftige Technologien, Düsseldorf

NSF/National Science Foundation, 2001: Societal Implications of Nanoscience and Nanotechnology. NSET Workshop Report. Edited by Mihail C. Roco and William Sims Bainbridge. NSF Report, Arlington, Virginia, March 2001

Paschen, H.; Coenen, C.; Fleischer, T.; Grünwald, R.; Oertel, D.; Revermann, C., 2003: Nanotechnologie. Endbericht. TAB-Arbeitsbericht 92, Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag

Schmid, G.; Decker, M.; Ernst, H.; Fuchs, H.; Grünwald, W.; Grunwald, A.; Hofmann, H.; Mayor, M.; Rathgeber, W.; Simon, U.; Wyrwa, D., 2003: Small Dimensions and Material Properties. A Definition of Nanotechnology. Graue Reihe Nr. 35, Europäische Akademie Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH.

DIE ZEIT, 2003: Der Kanzler aller Moleküle. Nr. 46/2003 vom 06.11.2003

«

Ich sehe was, was Du nicht siehst … zur Definition von Nanotechnologie

von Michael Decker, Ulrich Fiedeler, Torsten Fleischer, ITAS

Die Beurteilung von Nanotechnologie aus der Perspektive der Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse ist mit der Beantwortung von Fragen der Art „Was ist Nanotechnologie?“ oder „Was zählt zur Nanotechnologie?“ verbunden, weil man entscheiden können muss, ob eine technische Anwendung oder ein naturwissenschaftliches Phänomen der Nanotechnologie zuzurechnen – und damit Untersuchungsgegenstand wird – oder nicht. In diesem Beitrag wird zunächst dargelegt, warum gebräuchliche Definitionen im deutschsprachigen und angelsächsischen Raum diese Unterscheidung nicht leisten, obwohl sie durchaus ein „Gefühl“ dafür vermitteln, was Nanotechnologie ist. Im darauf folgenden Abschnitt wird eine Definition diskutiert, die gerade dafür entwickelt wurde, diese Unterscheidungsleistung zu fundieren, indem sie drei konkrete Kriterien nennt, von denen eine „Nanotechnik“ mindestens eines erfüllen muss. Schließlich werden einige Auswirkungen einer solchen trennscharfen Definition auf die wissenschaftliche, wissenschaftspolitische und öffentliche Diskussion über Nanotechnologie diskutiert.

1 Einleitung

Obwohl Nanotechnologie gute Chancen hätte, von der Jury des deutschen Sprachrates in die Liste der am häufigsten gebrauchten Worte aufgenommen zu werden, bleibt vielen schleierhaft, was sich hinter dem Begriff eigentlich verbirgt. In den Veröffentlichungen von Forschungsförderern, Wissenschaftsorganisationen und ihren Beratern finden sich zahlreiche Versuche, „Nanotechnologie“ zu definieren oder wenigstens in ihren Inhalten zu umreißen. Diese wirken auf den ersten Blick relativ ähnlich, bei detaillierter Analyse zeigen sich aber deutliche Unterschiede. Auch in der öffentlichen und medialen Darstellung von Forschung und Innovation ist viel von „der Nanotechnologie“ zu hören. Nicht selten werden hier aber Entwicklungen zugerechnet bzw. zugeschrieben, bei denen der Bezug zu den genannten „Definitionen“ nur durch ein gehöriges Maß an Interpretation herzustellen ist. Häufig finden sich auch Beispiele, die einen nur relativ engen (oft weit in der Zukunft liegenden und in seiner Realisierbarkeit noch ungeklärten) Ausschnitt aus dem breiten Feld von Nanotechnologie betreffen, aber in der Diskussion als Repräsentant des „Ganzen“ genommen werden und so Technikbilder (und Technikängste!) prägen, die unter den aktiven Wissenschaftlern als eher abseitig, unwahrscheinlich oder entwicklungshemmend gelten. Kurz: Es gibt Klärungsbedarf.

Die Diskussion um Definitionen von Nanotechnologie dauert schon einige Zeit an, ohne das nennenswerte Fortschritte zu berichten wären. Reflexionswissenschaftler, zu denen die meisten Autoren dieses Schwerpunktthemas gezählt werden können, brauchen eine Definition von Nanotechnologie, um beispielsweise in konkreten Fällen entscheiden zu können, ob ein Fallbeispiel der Nanotechnologie zugerechnet und somit überhaupt als ein solches herangezogen werden kann. Allgemeiner muss man wissen, *welchen* Bereich man kritisch reflektiert. Die wissenschaftliche und öffentliche Diskussion um Forschung, technische Entwicklung und ihre Folgen machen es notwendig, das Gebiet dem analytischen und argumentativen Zugriff zu öffnen.

Hierzu existieren mehrere Ansätze:

1. eine begriffliche Aufspaltung durch den Übergang zum Plural („Nanotechniken“, „Nanotechnologien“), die Analyse von ausgewählten – den Nanotechniken zugerechneten – Einzelentwicklungen und der Verzicht auf Verallgemeinerung der Ergebnisse für „die“ Gesamtheit von Nanotechniken (siehe etwa Fleischer 2002);
2. die Operationalisierung der vorhandenen Definitionen durch die Nennung konkreter Kriterien, die die Unterscheidung „Nanotechnologie oder nicht Nanotechnologie“ ermöglichen (etwa Schmid et al. 2003, siehe auch unten);
3. darauf zu setzen, dass sich einzelne Phänomene, wie etwa Theorien zur Selbstorganisation als das vereinende Paradigma für Nanowissenschaften und Nanotechniken herauskristallisieren könnten (Nordmann 2004).

Ungeachtet dieser Ansätze gibt es jedoch offenkundig seitens der Forschungsförderer und Teilen der Wissenschaften (gute?) Gründe, an der bisherigen Tradition eines breiten Verständnisses von Nanotechnologie festzuhalten. Als ein Beispiel dafür mag die unlängst veröffentlichte Mitteilung der Kommission der Europäischen Gemeinschaften „Auf dem Weg zu einer europäischen Strategie für Nanotechnologie“ dienen, in der es heißt: „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). Auch hier bleibt die fehlende begriffliche Schärfe erhalten: Es werden keine Unterscheidungen getroffen, sondern gerade das Sammeln aller möglichen Forschungsfelder zum Programm gemacht.

Dabei gäbe es über die obigen Anmerkungen hinaus zahlreiche weitere Gründe zur Präzisierung:

(1) Die bestehende Situation führt zu gewichtigen kommunikativen Problemen in der Diskussion um Potenziale und Risiken von Nanotechnologie. Auf die häufig in den Medien vorgenommene faktische Gleichsetzung von Nanotechnologie mit den Drexlerschen Visionen und ihren Abkömmlingen (vgl. hierzu Coenen in diesem Schwerpunkt) soll hier gar nicht weiter eingegangen werden. Selbst näher liegende Fragestellungen verfolgende Arbeiten geraten gelegentlich aufs falsche Gleis. In einem aktuellen Text des Schweizer Rückversicherers SwissRe hießt es beispielsweise: „(...) Nanotechnologie (ist) weniger eine Technologie als vielmehr ein Überbegriff für eine Vielzahl von Anwendungen und Produkten, die kleinste Partikel enthalten und dadurch ganz spezielle Eigenschaften bekommen“. Infolgedessen konzentriert sich – permanent zwischen den Labeln Nanotechnologie und Nanopartikeln hin und her schwingend – die Risikodiskussion nahezu ausschließlich auf die Partikelproblematik.

Zugleich werden oft herausragende Forschungsergebnisse, vielfältige und innovative Anwendungsmöglichkeiten bis hin zu Heilsversprechen oder großen Marktvolumina von einzelnen nanotechnologiebasierten Produkten oder Verfahren als Erfolge oder Potenziale *der* Nanotechnologie gefeiert. Stellt man offene Forschungsfragen oder erkannte Risiken bei – manchmal denselben, manchmal ganz anderen – Produkten oder Verfahren als Risiken *der* Nanotechnologie entgegen, kann es eigentlich kaum verwundern, dass von so manchem die Nanotechnologie als Ganzes mit all ihren revolutionären Chancen als bedrohlich empfunden und hier und da sogar ein Moratorium für die Nanotechnologie gefordert wird.

(2) Quantitative Analysen sind weder validierbar noch lassen sich Studien verschiedener Herkunft zueinander in Beziehung setzen. Solange allein das Abgrenzungsproblem für die Nanotechnologie nicht befriedigend gelöst ist, sind Untersuchungen zu Fördervolumina im Branchen- oder Ländervergleich oft schon in sich, erst recht untereinander kaum vergleichbar. In wachsender Schärfe gilt dies auch für Marktstudien. Hier bestimmt schon die gewählte Definition das ermittelte Marktvolumen entscheidend mit. Was „nanotechnologiebasierte“ oder „nanotechnologieunterstützte“ Produkte oder Prozesse – noch gar nicht zu reden von entsprechenden Dienstleistungen – sind, eröffnet zusätzlichen Interpretationsspielraum. Wenn diesbezügliche Arbeiten für Venture Capital-Unternehmen oder Finanzdienstleister mehr als nur PR-Wert haben sollen, sind Präzisierungen unumgänglich. Gleiches wird in Zukunft für Wirtschaftsstatistiken wichtig werden.

(3) Sollte Nanotechnologie in Zukunft verstärkt auch im Rechtssystem, etwa bei Umweltrecht und Regulierung, im Intellectual Property Right und Patentwesen an Bedeutung gewinnen, werden auch hier exakte Begriffsbestimmungen und Abgrenzungen erforderlich – und entweder durch die Wissenschaft selbst oder durch Legislative und Judikative geschaffen.

Zunächst gilt es zu prüfen, ob nicht die bereits existierenden Definitionen brauchbar sind. Dazu sei kurz daran erinnert, dass Definitionen Unterscheidungen oder Abgrenzungen (lateinisch: definitio) ermöglichen sollen. Ein Begriff wird also bestimmt durch Unterscheidungskriterien und ggf. durch ergänzende Beschreibungen. Jemand, der Unterscheidungen vornimmt, tut das, um bestimmte Zwecke zu

erreichen.[1] Das heißt erstens, dass man diesen Zweck nennen muss und zweitens, dass sich die Güte der Definition am Erreichungsgrad dieses Zweckes messen lassen muss[2].

Wenn man also nach einer Definition für Nanotechnologie fragt, dann müsste man zunächst angeben, zu welchem Zweck man diese Definition denn machen möchte. Im ersten Beitrag zu diesem Themenschwerpunkt fällt es leicht, einen solchen Zweck zu benennen, denn schließlich mussten die verschiedenen Autoren während der Durchführung der beschriebenen Studien Unterscheidungen folgender Art treffen:

Mit einer Definition von Nanotechnologie soll der Zweck erreicht werden, ein konkretes Forschungsvorhaben oder ein konkretes Produkt als „nanotechnologisch oder nicht nanotechnologisch“ einzuteilen.

Im Folgenden möchten wir drei Dinge leisten:

Erstens werden verschiedene in der Literatur vorgestellte Definitionen daraufhin untersucht, ob man mit ihrer Hilfe den oben genannten Zweck erreichen kann. Da zu keiner der Definitionen ein konkreter Zweck angegeben wurde, unterstellen wir, dass die Definition zumindest auch für Unterscheidungen dieser Art gedacht war – und häufig werden sie von den jeweiligen Autoren ja auch in diesem Sinne zumindest implizit verwendet.

Zweitens wird ein Definitionsentwurf der Studiengruppe „Miniaturization and Material Properties“ der Europäische Akademie GmbH vorgestellt, der für sich beansprucht, genau diese Unterscheidungshilfe leisten zu können.

Schließlich wird beschrieben, welche Folgen eine solche Definition für das „selbstorganisierend“ gewachsene (d. h. Wissenschaftler haben sich und ihre Forschung im Wesentlichen selbst der Nanotechnologie zugerechnet) Feld der Nanotechnologie haben könnte.

2 Diskussion bereits existierender Definitionen

Die einfachste und häufigste zitierte Definition von Nanotechnologie bezieht sich auf die namensgebende Größenordnung:

> Nanotechnology are “areas of technology where dimensions and tolerances in the range of 0.1 nm to 100 nm play a critical role” (Glossary of the Nanoforum[3])

Irgendetwas „Kritisches“ soll in der Größenordnung von 0,1-100 nm stattfinden. Gemeint ist damit wahrscheinlich, wie meist aus dem Kontext deutlich wird, ein physikalischer, chemischer oder biologischer Prozess.

Andere Definitionen machen das bereits in der Formulierung deutlicher, indem sie diese Prozesse oder „Phänomene“ genauer beschreiben:

> Research and technology development at the atomic, molecular or macromolecular levels, in the length scale of approximately 1 - 100 nanometer range, to provide a fundamental understanding of phenomena and materials at the nanoscale and to create and use structures, devices and systems that have novel properties and functions because of their small and/or intermediate size. The novel and differentiating properties and functions are developed at a critical length scale of matter typically under 100 nm. Nanotechnology research and development includes manipulation under control of the nanoscale structures and their integration into larger material components, systems and architectures. Within these larger scale assemblies, the control and construction of their structures and components remains at the nanometer scale. In some particular cases, the critical length scale for novel properties and phenomena may be under 1 nm (e.g., manipulation of atoms at ~ 0.1 nm) or be larger than 100 nm (e.g., nanoparticle reinforced polymers have the unique feature at ~ 200-300 nm as a function of the local bridges or bonds between the nanoparticles and the polymer).
> (National Nanotechnology Initiative[4])

Die Beschreibung in dieser Definition ist vergleichsweise umfassend. Zunächst wird auf die Größenordnung Bezug genommen, dann wird darauf eingegangen, dass ein grundlegendes Verständnis der Phänomene und Materialeigenschaften in diesem Größenbereich erarbeitet werden soll, um auf der Basis dieses Verständnisses Strukturen, funktionale Bausteine und Systeme bauen zu können, die neue Eigenschaften und Funktionen *aufgrund* der nanoskaligen Größe haben. Im Weiteren wird darauf Bezug genommen, dass sowohl die kontrollierte Manipulation in diesem Größenbereich als auch die Integration in größere Ensembles Bestandteil der Nanotechnologie sein sollen. In Letzteren sollen die Kontrolle und

die Konstruktion der Systeme sich immer noch in diesem Größenordnungsbereich abspielen.

Die in Deutschland gebräuchlichste Definition von Nanotechnologie lautet (Bachmann 1998):

> Gegenstand der Nanotechnologie ist die Herstellung und Anwendung von Strukturen, molekularen Materialien, inneren Grenzflächen und Oberflächen mit kritischen Dimensionen oder Fertigungstoleranzen von einigen 10 nm bis zu atomaren Abmessungen. (...) Ziel ist die Präparation materialabhängiger Festkörpereigenschaften, -dimensionen und neuen Funktionen basierend auf neuen physikalisch-chemisch-biologischen Wirkprinzipien, deren Ursache im submikroskopischen bzw. im atomaren und molekularen Bereich begründet sind. (...) Nanotechnologie beschäftigt sich mit Systemen, deren neue Funktionen und Eigenschaften nur allein von den nanoskaligen Effekten ihrer Komponenten abhängig sind.

Auch in dieser Definition wird die Neuartigkeit der Funktionen und Eigenschaften als Bedingung mit der Nanoskaligkeit verknüpft: Physikalisch-chemisch-biologische Wirkprinzipien werden explizit als relevant für Nanotechnologie erwähnt, wobei deren Ursache im nanoskaligen Bereich begründet sein muss.

Möchte man diese Definitionen anwenden, um ein konkretes Forschungsvorhaben zu beurteilen, so sieht man sich mit einem jeweils ähnlichen Problem konfrontiert: Es bleibt unklar oder – positiv formuliert – jedem selbst überlassen, was das jeweils neue Phänomen ist, was neue Wirkprinzipien sind. Man bekommt keine konkreten Kriterien an die Hand, die einem in Entscheidungssituationen weiterhelfen. Dabei soll an dieser Stelle gar nicht bestritten werden, dass man durch die beschreibenden Definitionen ein „Gefühl dafür bekommt, was Nanotechnologie sein soll und was nicht“.

3 Die Definition der Studiengruppe „Miniaturization and Material Properties“

Die Studiengruppe der Europäischen Akademie unternahm einen Versuch, dieses „Gefühl“ operationalisierbar zu machen, indem die „neuen „Wirkprinzipien und Phänomene“, die in den Definitionen des vorherigen Abschnitts angesprochen wurden, in Form von Unterscheidungskriterien dargestellt werden (Schmid et al. 2003). Dafür wurde explizit der oben genannte Unterscheidungszweck als angestrebt angegeben. Außerdem wurde versucht, unterscheidende Aussagen von Beschreibungen zu trennen. Daher ist folgende Definition mit den anschließend angegebenen Beschreibungen zu lesen. Die vorgeschlagene Definition lautet:

> *Nanotechnology is dealing with functional systems based on the use of sub-units with specific size-dependent properties of the individual sub-units or of a system of those.*

(Nanotechnologie handelt von funktionalen Systemen, die von Untereinheiten mit spezifischen, größenabhängigen Eigenschaften der einzelnen Untereinheiten oder eines Systems aus diesen Gebrauch machen.)

Die definierenden Bestandteile dieser Definition bedürfen der weiteren Beschreibung:

„Funktionales System“ und „Untereinheiten“

Der Begriff System wird eingeführt, um einen Teilbereich aus einem größeren Subjektbereich „heraustrennen“ zu können, den man nun betrachten möchte. Die Systemgrenzen werden pragmatisch, d. h. Bezug nehmend auf konkrete Ziele festgelegt. Bei einem funktionalen System wird die Funktion als das die Systemgrenzen festlegende Kriterium angenommen: Die Systemgrenzen sind so, dass alles innerhalb der Grenzen zur Funktion beiträgt.

Das funktionale System kann beschrieben werden als eine Ansammlung von untereinander interagierenden Untereinheiten, die eine neue Einheit mit systemspezifischen Eigenschaften bilden. Die Untereinheiten sind dabei „ideal“ kombiniert, das heißt in gerichteter und hierarchischer Art und Weise. Die daraus resultierenden neuen Qualitäten des funktionalen Systems können nicht durch bloßes Zusammenbringen der Untereinheiten (d. h. ohne Richtung und Hierarchie) erreicht werden.

Nach dieser Beschreibung ist ein DNA-Molekül, das aus verschiedenen Basenpaaren (den Untereinheiten) besteht, ein funktionales System zur Informationsspeicherung. Auch ein Single Elektron Transistor, der aus einem Nanopartikel und einer Elektrode besteht (beides als Untereinheiten) ist ein funktionales System. Dagegen sind Siliziumpartikel, die die rheologische Fähigkeit[5] von beispielsweise Ketchup verbessern, nicht in gerichteter Art und Weise angeordnet, während dieselben Siliziumparti-

kel – angeordnet zu einem Supergitter in einem photonischen Kristall – die Eigenschaft eines funktionalen Systems erfüllen.

„Spezifische, größenabhängige Eigenschaften“

Materialien haben magnetische, mechanische, elektronische, optische, thermodynamische und thermische Eigenschaften. Des Weiteren können Materialien die Fähigkeit zur Selbstorganisation und zur „Wiedererkennung“ („Recognition“) besitzen.

Im Folgenden sind drei Unterscheidungskriterien aufgelistet, die eine spezifische Größenabhängigkeit der oben aufgezählten Eigenschaften darstellen, nämlich

- *wenn die Eigenschaften nicht mehr durch klassische physikalische Gesetze beschreibbar sind, sondern nur durch quantenmechanische Gesetze;*
- *wenn sie dominiert sind durch einzelne Oberflächeneffekte;*
- *wenn diese Eigenschaften aus einer begrenzten Anzahl von Konstituenten resultieren, da der Begriff „Material“ typischerweise mit einer annähernd unendlichen Anzahl von Konstituenten (Atomen, Molekülen) einhergeht, die durch ein mittleres statistisches Verhalten beschrieben werden können.*

Diese Eigenschaften haben keine makroskopischen Äquivalente.

Die Definition basiert auf dem Versuch, die in den Definitionen des vorherigen Abschnitts jeweils erwähnten „*neuen* Eigenschaften durch kleine Größe“ zu erfassen. Dafür wurden die Eigenschaften aufgeschrieben und Kriterien entwickelt, anhand derer eine neue Eigenschaft spezifiziert werden kann. Quantenmechanische Effekte treten erst unterhalb einer bestimmten Größenordnung auf und sind dann, von größeren Skalen „kommend“, neu. An der Oberfläche eines makroskopischen Körpers ist nur ein Bruchteil seiner Bestandteile zu finden. Daher sind Oberflächeneffekte gegenüber den Volumeneffekten häufig vernachlässigbar. Das ist nicht mehr der Fall bei sehr kleinen Körpern[6]. Ist der Körper so klein, dass Oberflächeneffekte die Eigenschaft des Körpers (mit-)prägen, dann wird diese Eigenschaft als „neu“ eingestuft. Schließlich gilt das mittlere statistische Verhalten von Teilchen als relevant für die physikalisch-chemischen Eigenschaften eines Ensembles. Wenn die Gesamtanzahl der Teilchen so gering ist, dass die Eigenschaften nicht mehr durch das statistische Mittel, sondern durch das Betrachten einzelner Teilchen beschrieben werden müssen, dann sind auch das neue Eigenschaften im Sinne der obigen Definition. Im Gegensatz dazu stehen Verlaufsgesetze, die aus der makroskopischen Welt bekannt sind und ihre Gültigkeit auch im Größenbereich von 10^{-9} m behalten. Sie stellen keine spezifische größenabhängige Eigenschaft dar, weil keine Grenze identifiziert werden kann, an der etwas „Neues“ passiert. Als Beispiel sei hier die Gravitation genannt, bezüglich derer sich Atome und Elektronen genauso verhalten wie Planeten und Sterne.

Das Verhältnis von „System“ und „Untereinheit“ soll an folgendem Beispiel demonstriert werden. Die Farbe einiger mittelalterlichen Kirchenfenster entsteht durch das optische Verhalten von Goldpartikeln im Glas, welche durch ihre Größe bestimmt ist. Die Metallpartikel sind in diesem Beispiel die Untereinheiten, das Glas ist das gesamte System. Das optische Verhalten der Metallpartikel für sich allein lässt noch nicht die Farbe entstehen; erst dadurch, dass viele Partikel zusammenkommen, entsteht der Farbeffekt. Das Verhalten der Untereinheiten ist durch den so genannten „Surface Plasmon Effect” beschrieben, der nach dem dritten Kriterium der obigen Definition ein Nanoeffekt ist. Hier hat also die Untereinheit die größenspezifische Eigenschaft. Ein weiteres Beispiel zur Verdeutlichung der Beziehung der Untereinheiten zum Gesamtsystem ist ein DNA-Molekül, das aus verschiedenen Basenpaaren (den Untereinheiten) besteht und zusammen ein funktionales System zur Informationsspeicherung darstellt.

Da diese Unterscheidungen zwischen größenabhängigen und größenunabhängigen Eigenschaften den Kern der Definition ausmachen, sollen sie anhand von zwei Beispielen weiter verdeutlicht werden.

1. Beispiel: Nur durch quantenmechanische Gesetze beschreibbar:

Der so genannte „Quantum Confinement Effect“ ist ein Beispiel für eine größenspezifische Veränderung der Eigenschaften bei Verringerung der Größe eines Partikels. Dieser Effekt

tritt auf, wenn der Durchmesser eines Nanopartikels in der gleichen Größenordnung wie die Wellenlänge der Wellenfunktion des Elektrons ist. Wenn dies der Fall ist, dann können die optisch aktiven Elektronen nicht mehr beliebige Energiezustände einnehmen. Das kontinuierliche Energiespektrum spaltet sich in diskrete Zustände auf. Für Silizium tritt dieser Effekt etwa ab einer Größe von 4,9 nm auf, für Metalle ist dieser Wert noch kleiner.

2. Beispiel: Begrenzte Anzahl von Konstituenten, nicht mehr statistisch beschreibbar:

Ein System, bestehend aus mehreren Molekülen, könnte beispielsweise ein Pigment-Molekül enthalten, dessen Funktion es ist, die mittels Lichtabsorption gespeicherte Energie eines Nachbarmoleküls für die Emission von Licht einer bestimmten Farbe zu verwenden. Dafür ist eine ideale räumliche Anordnung dieser Untereinheiten nötig. Wird diese Anordnung technologisch hergestellt – also durch gezielte Manipulation –, so ist dieses System der Nanotechnologie zuzurechnen. Im Gegensatz dazu ist eine beliebige Anzahl desselben Pigmentmoleküls in einer Wandfarbe keine Nanotechnologie nach dem dritten der oben vorgestellten Kriterien, da die Farbe vom bloßen statistischen Verhalten des Moleküls herrührt.

4 Folgen einer operationalisierbaren Definition von Nanotechnologie

Schon diese beiden Beispiele zeigen, dass man für die Einteilung von möglichen „Kandidaten“ schon sehr genau analysieren muss, ob eine „neue Funktion“ oder das damit verbundene „Phänomen“ der Nanotechnologie zuzurechnen ist – oder nicht. Der Bezug zu den im zweiten Abschnitt diskutierten Definitionen wurde hier absichtlich noch einmal hergestellt, um zu vergegenwärtigen, dass die Definition der Studiengruppe „Miniaturization and Material Properties“ ja nichts anderes gemacht hat, als die in diesen Definitionen unscharf beschriebenen „neuen Funktionen und Phänomene“ konkret auszubuchstabieren. Um die „Unterscheidungskraft“ der Definition zu überprüfen, hat die Studiengruppe insgesamt 35 Effekte, die typischerweise mit Nanotechnologie in Verbindung gebracht werden, beurteilt. Dabei ist es nicht verwunderlich, dass auch einige „prominente“ Anwendungen oder Verfahren den oben genannten Kriterien nicht standhalten. So wurden beispielsweise selbstreinigende (Lotuseffekt) und nicht reflektierende (Mottenaugen-Effekt) Oberflächen oder auch die FED (Field Emission Displays) nicht der Nanotechnologie zugeordnet.

Offensichtlich ist, dass diese Definition einen stark physikalisch-materialwissenschaftlichen Fokus aufweist und dadurch ganze Teile der in Fachdiskussion und öffentlicher Wahrnehmung als Nanotechnologie angesprochenen Entwicklungen außen vor lässt. So repräsentiert diese Definition nicht mehr die so genannte molekulare (Drexlersche) Nanotechnologie, was angesichts der Kontroverse darum (und der Skepsis oder Abneigung vieler Nanowissenschaftler) vielleicht sogar ein gewünschter Effekt gewesen sein könnte.

Der Bereich der Nanobiotechnologie wurde von der Studiengruppe explizit nicht berücksichtigt. Hier könnte man zum einen überlegen, ob die drei in der Definition angegeben Unterscheidungskriterien um ein viertes Kriterium erweitert werden müssten. Andererseits kann man aber auch fragen, wie die Schnittstelle von Biologie und Nanotechnologie ausgestaltet ist. Ist Nanobiotechnologie als (möglicherweise sogar vollständige) Teilmenge von Nanotechnologie zu verstehen und damit eine Präzisierung der Begrifflichkeiten? Oder sollen damit Teile der biotechnischen Forschung, die bislang noch nicht vom „Nanoboom“ profitieren konnten, auch noch unter das momentan so lukrative Dach geholt werden? Das wäre dann eine Erweiterung.

In Bezug auf die in der Aufzählung der Einleitung beschriebenen Ansätze, das Problem der begrifflichen Unschärfe zu lösen, kann man die strenge Definition (Ansatz 2) als einen vorbereitenden Schritt zum Ansatz 1 verstehen, denn für die Anwendung der Definition ist es nötig, *einzelne* naturwissenschaftliche Phänomene zu beurteilen. Da die Definition im Wesentlichen aus drei Unterscheidungskriterien besteht, findet hier schon einmal eine Aufteilung statt und auch innerhalb der einzelnen Unterscheidungskriterien sind Analogieschlüsse so gut wie nicht möglich. Wenn man aber für die Beantwortung der Frage „Ist das Nanotechnologie?“ schon bis ins Detail gehen muss (und die Definition ist ja alles andere als

„handlich“), dann wird man für eine spätere Beurteilung der auf diesem Phänomen aufbauenden Technik diesen Detailliertheitsgrad nicht mehr verlassen. Die Aufteilung ist dann damit faktisch schon vollzogen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass eine Operationalisierung der üblichen im Zusammenhang mit Nanotechnologie verwendeten Definitionen durch die Angabe von konkreten Unterscheidungskriterien nur auf der Ebene von einzelnen funktionalen Systemen erreicht werden kann und nicht für die Nanotechnologie als Ganzes. Damit geht auch der – vermeintliche – Vorteil der unscharfen Definitionen verloren, positive Konnotationen, wie beispielsweise das hohe Innovationspotenzial, der Nanotechnologie als Ganzes zuzuschreiben. Das integrierende Moment, die identifikationsstiftende forschungspolitische Klammer wird – wenigstens in Teilen – aufgegeben. Zugleich gewinnt man die Möglichkeit der intersubjektiven Überprüfung von Aussagen zu einem Betrachtungsgegenstand, etwa der Validierung oder Falsifizierung von quantitativen Angaben über Forschungsausgaben oder Marktvolumina. Dieser Schritt der Präzisierung löst zudem einige Kommunikationsprobleme, die mit einem Sammelbegriff typischerweise verbunden sind, weil er dem einzelnen funktionalen System eben nur teilweise gerecht werden kann. Umgekehrt könnte man argumentieren, dass aber auch neue Kommunikationsprobleme geschaffen werden, weil eben nur in klaren Fällen ad hoc eine Unterscheidung gemacht werden kann. Im Allgemeinen ist eine tiefer gehende naturwissenschaftlich-technische Diskussion erforderlich, was das Nachvollziehen der Entscheidung für Laien erschwert. Bei der Erforschung von Folgen technischer Entwicklungen, bei der Abschätzung ihrer Chancen und Risiken, ist die Präzisierung des betrachteten Gegenstandsbereichs unseres Erachtens allerdings unerlässlich.

Anmerkungen

1) Ein in der Karlsruher Gegend saisonal nahe liegendes Beispiel ist das Unterscheiden von Spargeldurchmessern, um mit den unterschiedlich dicken Spargeln verschiedene Erlöse erzielen zu können.
2) Darüber hinaus sind noch in der wissenschaftstheoretischen und sprachwissenschaftlichen Literatur ausführlich diskutierte grundlegende Regeln des Definierens einzuhalten. So darf beispielsweise eine Definition keinen Zirkelschluss, keine logischen Widersprüche und keine Zweideutigkeiten enthalten und nicht nur negativ bestimmt sein.
3) http://www.nanoforum.org/
4) http://www.nano.gov/omb_nifty50.htm
5) Rheologie: die Lehre vom Fließverhalten von Flüssigkeiten
6) Ein Würfel der Kantenlänge 10 nm enthält ca. 1000 Moleküle, von denen 50 % an der Oberfläche sitzen. Ein Würfel der Kantenlänge 1 Mikrometer besteht aus einer Milliarde Molekülen, von denen 0,6 % an der Oberfläche sitzen.

Literatur

Bachmann, G., 1998: Innovationsschub aus dem Nanokosmos. VDI-TZ, Düsseldorf

Fleischer, T., 2002: Technikfolgenabschätzungen zur Nanotechnologie – Inhaltliche und konzeptionelle Überlegungen. In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, Heft 3/4, 11. Jg., November, S. 111-122

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

Nordmann, A., 2004: Die gesellschaftliche Einbettung der Nanotechnologie. Vortrag am Forschungszentrum Karlsruhe; 24.05.2004

Schmid, G.; Decker, M.; Ernst, H.; Fuchs, H.; Grünwald, W.; Grunwald, A.; Hofmann, H.; Mayor, M.; Rathgeber, W.; Simon, U.; Wyrwa, D., 2003: Small Dimensions and Material Properties. A Definition of Nanotechnology. Graue Reihe Nr. 35. Europäische Akademie Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH

Kontakt

Dr. Michael Decker
Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
Postfach 36 40, 76021 Karlsruhe
Tel.: +49 (0) 72 47 / 82 - 30 07
Fax: +49 (0) 72 47 / 82 - 60 45
E-Mail: decker@itas.fzk.de
Internet: http://www.itas.fzk.de

«

Nanotechnologie in Forschung, Entwicklung und Anwendung
TAB-Projekt Nanotechnologie (TA-Projekt)*

von Dagmar Oertel, Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag

Die bundesweit erste umfassende Übersichtsstudie spiegelt den Stand von Forschung, Entwicklung und Anwendung in den Bereichen Informations- und Kommunikationstechnik, Lebenswissenschaften sowie weiteren ausgewählten Industriebranchen. Sie gibt Einblick in das, was Nanotechnologie ist und kann, welche Hoffnungen in sie gesetzt werden und wieweit fortgeschritten die Entwicklung dieser Technologie mittlerweile ist. Mit dieser Studie soll nicht nur der Politik eine Entscheidungshilfe, sondern auch der interessierten Öffentlichkeit eine fundierte, auf breitem Fachwissen beruhende, allgemeinverständliche Darstellung vom aktuellen Stand und den erwarteten Perspektiven der Nanotechnologie zur Verfügung gestellt werden.

Angesichts der enormen Chancen, die dieser Schlüsseltechnologie für die zukünftige wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung zugeschrieben werden, und der andererseits bestehenden Unsicherheiten über ihre Nutzungsperspektiven und die mit ihrem Einsatz möglicherweise verbundenen Risiken wurde das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) vom Deutschen Bundestag beauftragt, eine umfassende Untersuchung zu „Stand und Perspektiven der Nanotechnologie“ durchzuführen. Insgesamt gesehen befindet sich die Nanotechnologie noch in einem frühen Stadium der Entwicklung. In solchen Situationen können Technikfolgenabschätzungen sinnvoll nur als „begleitende Prozesse“ aufgefasst und konzipiert werden. Das TAB-Projekt versteht sich somit als Teil eines die Weiterentwicklungen und vielseitigen Anwendungen der Nanotechnologie begleitenden Prozesses. Initiiert wurde es auf Anregung aller Fraktionen des Bundestagsausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung. Das Projekt wurde im Herbst 2001 begonnen und im Herbst 2003 mit der Abnahme des Endberichtes – im Rahmen einer öffentlichen Präsentation im Deutschen Bundestag – abgeschlossen.

1 Das Potenzial der Nanotechnologie ist enorm

Das Feld der Nanotechnologie zeichnet sich insgesamt durch ausgeprägte Heterogenität aus. Dies gilt sowohl für die relevanten Technologien selbst als auch für die (potenziellen) Anwendungen und die Zeithorizonte ihrer Realisierung. Deutlich ist jedoch festzustellen, dass sich der Prozess der Umsetzung nanotechnologischer Forschungs- und Entwicklungsergebnisse beschleunigt. Es finden sich immer mehr Beispiele bereits realisierter Anwendungen in wichtigen Industriebranchen. Eine Fülle von Anwendungsideen ist im Stadium der Entwicklung oder Erprobung und wird mittelfristig realisiert werden können.

Auf der anderen Seite ist die Wahrnehmung der Nanotechnologie in der Öffentlichkeit weniger von konkreten Anwendungen dieser Technologien und von realistisch erscheinenden Anwendungsideen geprägt als von utopisch anmutenden visionären Diskursen (s. a. den Beitrag von Ch. Coenen „Nanofuturismus“), in denen Horrorvisionen mit Zukunftsvorstellungen eines mit Hilfe der Nanotechnologie wahr werdenden „goldenen Zeitalters“ konkurrieren. Damit wird oft der Blick darauf verstellt, was im Bereich der Nanotechnologie tatsächlich erforscht und entwickelt wird.

2 Forschung und Entwicklung international

Im internationalen Vergleich nimmt Deutschland in Forschung und Entwicklung weltweit eine starke Position ein. Dies ist sowohl an der Zahl der Publikationen (Platz drei hinter den USA und Japan) als auch an der Zahl der Patentanmeldungen (Platz zwei hinter den USA und vor Japan) abzulesen. Im Jahr 2002 wurden öffentliche Mittel in Höhe von rund 200 Millionen Euro eingesetzt. Damit entfiel auf Deutschland mehr als die Hälfte der öffentlichen Mittel, die EU-weit für die Nanotechnologie zur Verfügung standen.

3 Wichtige Anwendungsfelder

Die Verkleinerung von Abmessungen bis in den Nanometerbereich führt oft zu charakteristischen, für gänzlich neue Anwendungen nutzbare Materialeigenschaften. Mit Hilfe der Nanotechnologie lassen sich somit völlig neuartige Architekturen und Prozessabläufe realisieren. Zudem lassen sich durch den kontrollierten Aufbau makroskopischer Körper aus atomaren und molekularen Bausteinen deren Eigenschaften gezielt einstellen.

Daraus ergeben sich eine Reihe von konkreten Anwendungen und Anwendungsideen in den verschiedensten Bereichen. Sie bilden einen Schwerpunkt in der TAB-Studie und wurden aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet: Zum einen unter dem Blickwinkel neuartiger Eigenschaften nanotechnologischer Produkte und Verfahren. Diese wurden für einen Überblick mit entsprechenden Anwendungsfeldern verknüpft (Oberflächenfunktionalisierung und -veredelung, Katalyse, Chemie, Werkstoffsynthese, Energieumwandlung und -nutzung, Konstruktion, Nanosensoren und Aktuatoren, Informationsverarbeitung und -übermittlung, Lebenswissenschaften, Sicherheit und Rüstung).

Angesichts des ausgeprägten Querschnittscharakters der Nanotechnologie dürfte es kaum einen Industriezweig geben, der zukünftig nicht durch nanotechnologische Innovationen beeinflusst wird. Unter diesem Blickwinkel wurden ausgewählte Industriebranchen (Automobilindustrie, Luft- und Raumfahrtindustrie, Bauwesen, Textilindustrie, Energiewirtschaft, chemische Industrie) betrachtet. Hinzu kommt eine weitere Vertiefungsebene für zwei ausgewählte Bereiche – die IuK-Technik und die Lebenswissenschaften.

4 Chancen und Risiken

Nanotechnologie gilt als Schlüsseltechnologie, von der Anstöße zu innovativen Entwicklungen in den verschiedensten technologischen Bereichen und gesellschaftlichen Anwendungsfeldern erwartet werden. Hiermit verbindet sich die Hoffnung auf bedeutende Umsatzpotenziale in vielen Bereichen der Wirtschaft, aber auch auf Entlastungseffekte für die Umwelt und auf positive Auswirkungen im Bereich der menschlichen Gesundheit. Andererseits mehren sich kritische Stimmen, die auf mögliche negative Folgen für Umwelt und Gesundheit und mit dem Einsatz der Nanotechnologie verbundene ethische Probleme aufmerksam machen.

Für den Bereich Gesundheit und Umwelt werden durch den Einsatz von Nanotechnologie deutliche Entlastungseffekte vermutet bzw. erhofft. Im Bereich Gesundheit sind dies u. a. Entwicklung neuer Diagnose- und Therapieverfahren, nebenwirkungsfreie Behandlungen oder erhebliche Erkenntnisfortschritte in den Biowissenschaften. Entlastungseffekte für die Umwelt können sich u. a. durch die Einsparung von stofflichen Ressourcen, die Verringerung des Anfalls von umweltbelastenden Nebenprodukten, Verbesserung der Effizienz der Energieumwandlung etc. ergeben.

Mögliche negative Folgen haben in der Diskussion einen Bezug zu Auswirkungen einer unkontrollierten Freisetzung von Nanopartikeln. Wobei derzeit verfügbare Untersuchungsergebnisse hinsichtlich ihrer Belastbarkeit begrenzt sind und zudem im Wesentlichen auf Analogieschlüsse zur Wirkung ultrafeiner Partikel beruhen.

5 Handlungsbedarf für die Politik

Die Voraussetzungen für die erfolgreiche Weiterentwicklung der Nanotechnologie und die breite wirtschaftliche und gesellschaftliche Nutzung ihrer Potenziale müssen geschaffen bzw. verbessert werden. Hieraus resultiert vielfältiger Klärungs- und Handlungsbedarf. Da sich die Nanotechnologie – insgesamt gesehen – noch in einem relativ frühen Stadium der Entwicklung befindet, kommt den Anforderungen an staatliches Handeln besondere Bedeutung zu.

Die Nanotechnologie muss in der öffentlichen Forschungsförderung ein prioritärer Bereich bleiben, damit die deutsche Forschung ihre derzeit starke internationale Position im Bereich der Nanotechnologie behaupten kann. Das Anwendungspotenzial und der ökonomische und gesellschaftliche Nutzen sollten als Beurteilungskriterien für öffentliche Förderung stärkeres Gewicht erhalten. Die Kompetenzzentren Nanotechnologie könnten eine aktivere und erweiterte Rolle bei der Umsetzung von Ergebnissen nanotechnologischer Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten spielen.

Der Stand der Forschung über die potenziellen Umwelt- und Gesundheitswirkungen der Herstellung und Anwendung nanotechnologischer Verfahren und Produkte ist unbefriedigend. Erheblich verstärkte Forschungsanstrengungen sind hier dringend erforderlich, da sich aus dem fehlenden Wissen um die Umwelt- und Gesundheitsfolgen Hemmnisse für die Markteinführung von Nanotechnologien ergeben könnten.

Forschung zu gesellschaftlichen und ethischen Aspekten der Entwicklung und verbreiteten Anwendung der Nanotechnologie sollte bereits jetzt initiiert werden. Fragen des Datenschutzes (insbesondere im medizinischen Bereich) und des Schutzes der Privatsphäre sollten regelmäßig hinsichtlich relevanter nanotechnologischer Neuentwicklungen wissenschaftlich untersucht und öffentlich diskutiert werden.

Die umfassende Information der Öffentlichkeit ist Voraussetzung einer rationalen gesellschaftlichen Auseinandersetzung mit der Nanotechnologie. Anzustreben wäre die Schaffung einer zentralen Informationsquelle für die breite Öffentlichkeit zum Thema Nanotechnologie. Dabei könnte auf die Informationsangebote der einzelnen Kompetenzzentren und auf andere nationale, europäische und außereuropäische Informationsportale zurückgegriffen werden.

Aus den Fortschritten in der Nanotechnologie – und aus der zunehmenden Konvergenz verschiedener Technologie- und Forschungsbereiche – entstehen neue Anforderungen an die Bildungspolitik. Interdisziplinäre Ansätze in Ausbildung und Nachwuchsförderung in der Nanotechnologie und verwandten Technologiebereichen müssen kontinuierlich und verstärkt gefördert werden. Sozial- und geisteswissenschaftliche Technikforschung sollte dabei mehr als bisher einbezogen werden. Der nanotechnologische Qualifizierungsbedarf verschiedener Berufsgruppen ist vertieft zu untersuchen und gegebenenfalls durch geeignete Qualifizierungsangebote abzudecken.

Politische Entscheidungen über die Notwendigkeit nanotechnologiespezifischer Regulierungen werden in absehbarer Zeit getroffen werden müssen. Für solche Entscheidungen sind die sachlichen Grundlagen zu schaffen. Dazu gehört – neben einer wesentlich verbesserten Datenbasis zu den Auswirkungen nanotechnologischer Verfahren und Produkte auf Umwelt und menschliche Gesundheit – eine systematische und umfassende Analyse des derzeitigen für Anwendungen der Nanotechnologie relevanten Rechtsrahmens. Die Einrichtung eines den weiteren Anwendungsprozess der Nanotechnologie begleitenden entscheidungsunterstützenden Monitoring-Programms sollte erwogen werden.

6 Stand der Rezeption im Bundestag

Mit der Abnahme des TAB-Berichtes verbindet sich zugleich die weitere Einspeisung in den parlamentarischen Beratungsprozess, also die Überweisung an die mitberatenden Ausschüsse (Wirtschaft und Arbeit, Verkehr, Umwelt- und Gesundheit, Verteidigung) sowie die Diskussionen in den Fraktionen und im Plenum des Deutschen Bundestages. Momentan liegen drei Anträge der Bundestagsfraktionen zum Thema „Nanotechnologie“ vor, die alle einen Bezug zur TAB-Studie und deren Ergebnisse aufweisen:

- In einem Antrag der Fraktionen der SPD und BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN (Bundestags-Drucksache 15/3051) wird unter dem Titel „Aufbruch in den Nanokosmos – Chancen nutzen, Risiken abschätzen“ auf die Bedeutung der Nanotechnologie abgehoben sowie auf bereits laufenden Projektförderungen des BMBF in diversen Bereichen. Im Antrag wird u. a. eine verstärkte Förderung vorwettbewerblicher Innovationskonzepte, gesellschaftlicher Diskurs über Chancen und Perspektiven der Nanotechnologie und bildungspolitische Herausforderungen, verstärkte Forschungsanstrengungen über potenzielle Umwelt- und Gesundheitswirkungen, positive Erschließung von Nachhaltigkeitspotenzialen, Regulierungs- und Normungsbedarf und ein entscheidungsunterstützendes Monitoring-Programm gefordert.
- In einem Antrag der Fraktion der CDU/CSU (Bundestags-Drucksache 15/2650) werden unter dem Titel „Nanotechnologische Forschung und Anwendung in Deutschland stärken“ die Chancen der Nanotechnologie aus der Standort-Sicht für Deutschland sowie aus Gründerperspektive thematisiert. Im Antrag wird u. a. eine nationale Nanotechnologiestrategie für den Zeitraum bis 2010, eine gezielte Forschungsförderung, prakti-

kable Markteinführungskonzepte, eine verstärkte internationale Zusammenarbeit, interdisziplinäre Ansätze in der Bildung und eine Analyse des Rechtsrahmens gefordert.

- In einem weiteren Antrag der Fraktion der FDP (Bundestags-Drucksache 15/3074) wird unter dem Titel „Forschung und Entwicklung in der Nanotechnologie voranbringen“ auf den Querschnittscharakter der Nanotechnologie, erwartete Umsatzpotenziale und Chancen für kleine und mittlere Unternehmen abgehoben. Im Antrag wird u. a. eine ressortübergreifende Nanotechnologiestrategie, ein verstärktes Networking auf nationaler und europäischer Ebene, eine Untersuchung möglicher Folgen sowie die Einrichtung einer zentralen Informationsstelle gefordert.

Über diese Anträge wird in einer der nächsten Sitzungen des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung diskutiert. Eine gemeinsame Beschlussempfehlung ist zu erwarten. Danach würde eine erneute Beratung im Plenum stattfinden.

7 Fazit

Die Nanotechnologie besitzt das Potenzial zur grundlegenden Veränderung ganzer Technologiefelder. Mit der Nanotechnologie verbinden sich Hoffnungen auf bedeutende Umsatzpotenziale in allen Branchen der Wirtschaft. Sie wird in Zukunft nicht nur die technologische Entwicklung maßgeblich beeinflussen, sondern auch ökologische, ethische und soziale Implikationen mit sich bringen.

* *Paschen, H.; Coenen, Ch.; Fleischer, T.; Grünwald, R.; Oertel, D.; Revermann, Ch.*, 2004: Nanotechnologie. Forschung und Entwicklung, Anwendung. Heidelberg: Springer-Verlag

Kontakt

Dr. Dagmar Oertel
Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB)
Neue Schönhauser Straße 10, 10178 Berlin
Tel.: +49 (0) 30 / 284 91 - 106
Fax: +49 (0) 30 / 284 91 - 119
E-Mail: oertel@tab.fzk.de
Internet: http://www.tab.fzk.de

»

Innovations- und Technikanalyse zur Nanotechnologie

von Volkmar Dietz, Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Das BMBF hat im März 2004 die Initiative „Nanotechnologie erobert Märkte“ gestartet. Durch die Initiative soll das Innovationspotenzial der Nanotechnologie erschlossen werden. Eine frühzeitige begleitende Analyse der Chancen und Risiken der Nanotechnologie ist dazu eine Voraussetzung. Drei erste Studien im Auftrag des BMBF zum wirtschaftlichen Potenzial der Nanotechnologie, zur Bedeutung für eine nachhaltige Entwicklung und zum Potenzial im Gesundheitswesen wurden bis März 2004 abgeschlossen.

1 Abgrenzung des Themenfeldes: Definition der Nanotechnologie

Eine allgemein und international akzeptierte Definition zur Nanotechnologie gibt es nicht. Nanotechnologie ist entstanden als ein Sammelbegriff unterschiedlicher Technologien, die auf unterschiedlichsten physikalischen Prinzipien beruhen. So hat beispielsweise das der Nanotechnologie zugerechnete Gebiet der Ultrapräzisionsbearbeitung wenig mit der Nanostrukturierung durch Rastersondentechniken oder dem gezielten Design funktionaler molekularer Systeme durch chemische Methoden gemeinsam. Im Rahmen der Arbeit des BMBF wird folgende Definition zu Grunde gelegt: Nanotechnologie beschreibt die Herstellung, Untersuchung und Anwendung von Strukturen, molekularen Materialien, inneren Grenz- und Oberflächen mit mindestens einer kritischen Dimension oder mit Fertigungstoleranzen unterhalb 100 Nanometer. Aus der Nanoskaligkeit der Systemkomponenten ergeben sich dabei neue Funktionalitäten und Eigenschaften zur Verbesserung bestehender oder Entwicklung neuer Produkte und Anwendungsmöglichkeiten.

In der Nanotechnologie werden zwei Ansätze verfolgt: Zum einen unterschreitet man durch weiter entwickelte Strukturierungsverfahren die kritische Grenze von 100 Nanometern. Bei diesem „top-down“-Ansatz hat die Nanotechnologie Berührungspunkte zur Mikrotechnologie, z. B. zur Mikrosystemtechnik.

Zum anderen werden aus Atomen und Molekülen gezielt komplexere Strukturen aufgebaut („bottom-up"). Dabei überschneidet sich das Gebiet der Nanotechnologie mit den chemischen Technologien und vor allem auch der Biotechnologie. In den letzten Jahren ist entsprechend die Nanobiotechnologie zu einem besonders aktuellen Forschungsgebiet geworden. Weltweit beachtet wird der Ansatz der „konvergierenden Technologien", nach dem aus den Grenzbereichen zwischen Biotechnologie, Nanotechnologie, Informationstechnologien und Kognitionsforschung ein besonderes Anwendungspotenzial entsteht.

2 Das Innovationspotenzial der Nanotechnologie erfordert eine kritische Analyse der Chancen und Risiken

Nanotechnologie wird vielfach als die Zukunftstechnologie eingeschätzt, von der man sich den nächsten großen Innovationsschub verspricht. Das BMBF hat deshalb die Förderung von Forschungsprojekten zur Nanotechnologie von 1998 bis zum Jahr 2004 um 440 % auf nunmehr ca. 124 Mio. Euro gesteigert.

Mit bedeutenden Innovationen sind prinzipiell neben den Chancen auch Risiken verbunden. Die gesellschaftlichen, ökologischen und wirtschaftlichen Perspektiven, die sich durch die Anwendung der Nanotechnologie ergeben könnten, müssen deshalb frühzeitig analysiert werden und die Forschungspolitik entsprechend darauf abgestimmt werden. Zum heutigen Zeitpunkt investiert das BMBF in Projekte und Studien zu Chancen und Risiken der Nanotechnologie, insbesondere zu ökologischen, sozialen, ethischen, friedenspolitischen und verbraucherschutzpolitischen Fragestellungen als auch innovationspolitische Maßnahmen und Maßnahmen zur Bildung und Weiterbildung ca. 4,5 % der gesamten Projektfördersumme.

Die meisten dieser Maßnahmen starteten ab dem Jahr 2002. Zu diesem Zeitpunkt bestand folgende Ausgangslage:

- Chancen und Risiken der Nanotechnologie waren zunehmend in die öffentliche Diskussion geraten, ausgelöst durch die so genannte „Bill Joy Debatte" (Joy 2000), die die ersten Seiten der Tageszeitungen (FAZ, Die Welt, Le Monde) erreicht hatte. Bill Joy, Chef-Entwickler von Sun-Microsystems, hatte in einer Art Weißbuch eine Zukunft prognostiziert, in der intelligente Maschinen die Menschheit ablösen. Intelligenz von Maschinen erschien ihm dabei möglich durch die Kombination von Robotik, Biotechnologie und Nanotechnologie. Wenn auch dieses Horrorszenario von anerkannten Experten und Expertinnen als unrealistisch angesehen wurde, war damit doch die Nanotechnologie in die Schlagzeilen gekommen.
- Die Technikfolgenabschätzung zur Nanotechnologie stand noch am Anfang. In den wenigen vorliegenden Untersuchungen wurde überwiegend auf das Potenzial der Nanotechnologie verwiesen, z. B. in der Studie der National Science Foundation „Societal implications of nanotechnology" (NSF 2001). Später gab es auch erste kritische Stimmen, bis hin zu der Forderung der etc-group nach einem Moratorium der Forschung zur Nanotechnologie im Jahr 2003 (etc-group 2003).
- Die Erkenntnisse zum wirtschaftlichen Potenzial der Nanotechnologie waren lückenhaft. Mehrere Studien gaben ein weltweites Marktpotenzial an, das sich von etwa 50 Mrd. Euro in 2001 (Bachmann 1998) bis zu 1000 Mrd. Euro in 2010 (Evolution Capital 2001) entwickeln sollte. Die Definition, was als nanotechnologisches Produkt anzusehen ist, war dabei noch sehr uneinheitlich und erklärt z. T. die großen Schwankungsbreiten in den Ergebnissen der Studien.
- Der mögliche Beitrag der Nanotechnologie zu einer nachhaltigen Entwicklung wurde gemeinhin als groß eingeschätzt, insbesondere wurden ökologische Entlastungseffekte vermutet (Ressourceneinsparung durch die Miniaturisierung). Andererseits wurden mögliche Risiken von Nanopartikeln diskutiert. Eine genauere, quantitative Analyse von konkreten Fallbeispielen gab es aber nicht.
- Während Nanotechnologie in vielen Anwendungsbereichen bereits Produkte am Markt hatte, war das Potenzial im gesellschaftlich wichtigen Gesundheitsbereich noch wenig systematisch analysiert.

3 Fakten für die Forschungspolitik: Innovations- und Technikanalyse im Auftrag des BMBF

Um die genannten Wissenslücken zu schließen und um die Wissensbasis für Entscheidungen in der Forschungspolitik zu erweitern, hat das BMBF deshalb im Jahr 2002 drei Studien in Auftrag gegeben:

1. Das wirtschaftliche Potenzial der Nanotechnologie
   Die Studie wurde vom VDI-Technologiezentrum, dem Innovationsteam Deutsche Bank und der Hochschule für Gemeinwirtschaft durchgeführt. Ziel der Untersuchung war es, verlässliche Werte für die Marktbedeutung der Nanotechnologie zu erhalten. Insbesondere sollten Schlüsselbranchen identifiziert werden und Marktabschätzungen für konkrete existierende, in Kürze zu erwartende und in mittlerer Zukunft prognostizierte Produkte angegeben werden.
2. Nanotechnologie und Nachhaltigkeit
   Auftragnehmer der Untersuchung war das Institut für ökologische Wirtschaftsforschung und die Universität Bremen u. a. Ziel war es, an Hand von Fallbeispielen den tatsächlichen Einfluss der Nanotechnologie auf eine nachhaltige Entwicklung abzuschätzen. Die Studie sollte empirisches Datenmaterial liefern, um eine erste wissenschaftliche Bewertung insbesondere der ökologischen Chancen und Risiken der Nanotechnologie zu ermöglichen.
3. Nanotechnologie und Gesundheit
   Die Studie wurde von der Aachener Gesellschaft für Innovation und Technologietransfer, dem Aachener Kompetenzzentrum Medizintechnik, den Fraunhoferinstituten für Lasertechnik und Molekularbiologie sowie dem Institut für Gesundheits- und Sozialforschung erstellt. Es wurden die Auswirkungen der Nanotechnologie im Gesundheitsbereich, d. h. in Diagnose, Therapie und Prävention untersucht, einschließlich einer Analyse der gesundheitsökonomischen Auswirkungen.

4 Bisherige Ergebnisse der Innovations- und Technikanalyse zur Nanotechnologie

Die Ergebnisse der Studien sind im Einzelnen in den jeweiligen Beiträgen in diesem Heft vorgestellt. Sie sind Stellungnahmen der jeweiligen Autoren und nicht vom BMBF beeinflusst. Im Folgenden werden einige Kernaussagen zusammengestellt, die Orientierungswissen für die gesellschaftliche Diskussion und damit der Forschungspolitik liefern können.

Die strategische Bedeutung der Nanotechnologie für die zukünftige wirtschaftliche Entwicklung Deutschlands wird in der noch zu veröffentlichenden Studie des VDI-Technologiezentrums belegt (Luther und Malanowski 2004):

- Für Deutschland wird gegenwärtig davon ausgegangen, dass sich etwa 450 Firmen in ihrem Kerngeschäft mit der Nanotechnologie befassen. Damit hat die Nanotechnologie bereits heute vergleichbare wirtschaftliche Bedeutung wie andere Zukunftsbranchen, z. B. der Biotechnologie (350 Unternehmen, Ernst und Young 2004). Von Nanotechnologie sind viele Anwendungsbranchen betroffen. Damit ist die Nanotechnologie eine Querschnittstechnologie, die für eine Volkswirtschaft strategische Bedeutung besitzt.
- Die Firmen im Bereich Nanotechnologie sind sowohl kleine Unternehmen als auch Konzerne/Global Player. Nanotechnologie ist eine für den Mittelstand relevante Technologie.
- Die Mehrzahl der deutschen Firmen sieht die Nanotechnologie als entscheidenden Wettbewerbsfaktor an (ca. 50 %) bzw. sieht eine Stärkung ihrer Wettbewerbsfähigkeit durch Nanotechnologie (ca. 35 %). Nanotechnologie ist damit eindeutig kein „Hype“.
- 17 % der befragten Firmen gehen davon aus, dass sie bis zum Jahr 2006 einen Personalzuwachs im Bereich der Nanotechnologie von 100 % oder mehr verzeichnen werden. Daraus lässt sich ein Beschäftigungspotenzial von derzeit 15.000 - 27.000 Personen auf 18.000 bis 38.000 im Jahr 2006 in der Nanotechnologie abschätzen. Darin ist allerdings nicht berücksichtigt, dass Nanotechnologie in anderen Bereichen zum Wegfall von Arbeitsplätzen durch die Substitution „klassischer“ Technologien führen könnte.

- Deutschland wird in der Forschung zur Nanotechnologie von deutschen Firmenvertretern als weltweit führend eingestuft (Platz 2 nach den USA); in der Umsetzung in marktfähige Produkte liegt es allerdings in vielen Feldern hinter den USA und Japan.
- Das gesamte wirtschaftliche Potenzial der Nanotechnologie lässt sich kaum in einer einzigen Zahl darstellen. Das liegt zum einen daran, dass Nanotechnologie in keiner Wirtschaftsstatistik geführt wird und eine Zuordnung von Firmen und Produkten deshalb schwer fällt. Zum anderen sind zwar viele Produkte heute nicht mehr ohne Nanotechnologie zu vermarkten. Sie enthalten aber neben nanotechnologischen Komponenten auch konventionelle Komponenten. Dies trifft z. B. auf Festplatten für Computer oder für Autoreifen mit Zusatz von Nanopartikeln zu, deren gesamtes Marktvolumen man kaum der Nanotechnologie zurechnen würde. Der Wertschöpfungsanteil der Nanotechnologie am gesamten Produkt kann nicht beziffert werden. Allein der Weltmarkt einiger der wirtschaftlich bedeutenden Produkte mit nanotechnologischen Komponenten, nämlich Metalloxid-Nanopartikel, Dendrimere, Carbon Black, Aerogele, Nanosensoren, CMOS-Elektronik unter 100 nm, GMR-Sensoren und Festplatten, Ultrapräzisionsoptiken und Lithografiestepper, Diodenlaser, Biochips erreicht im Jahr 2006 eine Größenordnung von 100 Mrd. Euro.

In einer Reihe von Anwendungsbeispielen ergeben Ökobilanzen, dass Nanotechnologie zu positiven Nachhaltigkeitseffekten führt. Am Beispiel von Lacken mit nanotechnologischen Komponenten, die sich bereits in der Anwendung befinden, ist dies besonders eindrucksvoll: Energie und Schadstoffbilanz zeigen eindeutig die Vorteile des Nanolacks (Steinfeldt 2004).

In anderen Fällen ist der Einsatz der Nanotechnologie in Produkten erst in Zukunft zu erwarten bzw. die Markteinführung noch nicht sicher. Die technischen Spezifikationen der nanotechnologischen Produkte sind noch nicht klar. In diesen Fällen stehen oftmals nicht alle für eine Ökobilanz notwendigen Daten zur Verfügung. Beispielsweise ist es heute noch technologisches Forschungsziel, die Lichtausbeute von lichtemittierenden Dioden (LED's) erheblich zu steigern. Erst wenn dies gelingt, ist eine positive Energiebilanz gegenüber Energiesparlampen gegeben. Im Vergleich zur herkömmlichen Glühbirne ist die weiße LED aber bereits heute energetisch günstiger.

Eine positive Energiebilanz ergäbe sich auch für den Einsatz eines neuen, nanotechnologisch basierten Katalysators (Kohlenstoff-Nanoröhrchen) in der Styrolsynthese. Ob sich diese Innovation in der Großchemie durchsetzen kann, hängt allerdings nicht nur von der Energiebilanz ab, sondern z. B. auch von den Investitionszyklen der chemischen Industrie. Zwischen tatsächlich realisierten und im Prinzip möglichen ökologischen Effekten der Nanotechnologie ist zu unterscheiden.

Die wirtschaftliche und die ökologische Bedeutung der Nanotechnologie ist nicht allein ausschlaggebend für das Interesse der Forschungspolitik an der Nanotechnologie. Forschung steht im Dienst des Menschen. Das Potenzial im Gesundheitswesen ist deshalb ein wichtiger Aspekt für forschungspolitische Entscheidungen. Nanotechnologie wird zukünftig in der Medizin eine wichtige Rolle spielen, ist aber heute in diesem Bereich noch nicht weit entwickelt. Die Studie „Nanotechnologie pro Gesundheit – Chancen und Risiken" liefert hierzu detailliertere Anhaltspunkte (Farkas 2003). Einige Kernthesen sind im Folgenden diskutiert.

Die im Rahmen der Studie befragten Experten sehen den Durchbruch der Nanotechnologie in medizinischen Anwendungen im Zeitraum 2005 – 2015, also in einem relativ nahen Zeitfenster. Hauptanwendungen werden dabei z. B. in der Prävention (z. B. Nanopartikel in Sonnencremes und Zahnpasta) gesehen, in Verfahren der Medikamententwicklung (z. B. so genanntes „rapid screening" durch weitere Miniaturisierung von Biochips), in der Wirkstoffentwicklung (gezielte Freisetzung und Dosierung von Wirkstoffen, „drug delivery", z. B. in der Krebstherapie), in der Früherkennung von Krankheiten (Diagnosechips) oder in biokompatiblen Nanoschichten für Implantate.

Deutschland ist nach Expertenmeinung in einer Reihe von Bereichen führend (z. B. bei der Beschichtung von Stents, bei der gezielten Wirkstofffreisetzung, bei bestimmten Nanochips zur Diagnose, bei der Implantatbeschichtung). Dem widerspricht allerdings die Patentanalyse, nach der die Patentanmeldungen weltweit zwar seit 2000 ansteigen (2002: knapp

100 Patente weltweit), aber fast zwei Drittel der Patente von Arbeitsgruppen aus den USA angemeldet werden. Auch die Zahl der bereits realisierten Anwendungen ist in den USA deutlich höher als in Europa.

Besondere Risiken der Nanotechnologie im Gesundheitsbereich sehen die Experten nicht. Mit der Nanotechnologie sind keine neuen spezifischen ethischen Fragestellungen im Gesundheitsbereich verbunden. Die Fragestellungen an die Nanotechnologie sind die, die sich an eine Hochtechnologie in der Medizin generell stellen.

Eine Frage der Studie war auch, ob Nanotechnologie ein weiterer Kostentreiber durch den Einsatz von Hochtechnologien im Gesundheitswesen werden könnte. Dies bestätigt die Studie nicht. Nanotechnologie könnte im Gegenteil in einigen Bereichen zu einer kosteneffizienteren Behandlung führen, auch wenn dies für noch nicht ausgereifte oder gar noch nicht klinisch getestete Behandlungsverfahren schwer abschätzbar ist. In der Studie wird dies u. a. ausführlich am Beispiel eines drug-delivery-Systems zur Tumorbekämpfung diskutiert. Deutliche Kosteneinsparungen im Gesundheitswesen können aber nur erwartet werden, wenn sich durch den Einsatz von Nanotechnologie Versorgungspfade ändern, z. B. durch Ersatz von Krankenhausaufenthalten durch ambulante Behandlungen oder durch Telemedizin. Generell bieten sich hier durch die Nanotechnologie Möglichkeiten.

Das BMBF wird im Rahmen der Initiative „Nanotechnologie erobert Märkte“ (BMBF 2004) einen Schwerpunkt in den Anwendungen im medizinischen Bereich setzen (Leitinnovation „NanoforLife“), um das Potenzial der Nanotechnologie im Gesundheitsbereich auszuschöpfen.

5 Einige offene Fragen in der Begleitforschung zur Nanotechnologie

Die Studien, die im Auftrag des BMBF durchgeführt wurden, ergänzen bereits existierende Untersuchungen (z. B. NSF 2001, Paschen et al. 2004, Wood et al. 2003, TA-SWISS 2003). Weitere Projekte laufen noch, insbesondere ist das vom BMBF unterstützte Projekt der Europäischen Akademie zur Erforschung der Folgen technisch-wissenschaftlicher Entwicklungen zum Thema „Standortbestimmung und Perspektiven zu Nanomaterialien, Nanodevices und Nanocomputing“ zu nennen.

Auch wenn die Zahl der Untersuchungen zu Chancen und Risiken der Nanotechnologie stark angestiegen ist, sind dennoch zahlreiche Fragen offen geblieben. Dazu zählen insbesondere:

Die zeitliche Entwicklung des Marktes für Nanotechnologie einschließlich des Arbeitsmarktes ist für die forschungspolitische Argumentation von besonderer Bedeutung. Sie ist Bestandteil einer Stärken-Schwächen-Analyse für die Nanotechnologie in Deutschland. Damit gibt sie Zusatzinformationen bei der Prioritätensetzung in der Nanotechnologie und zeigt an, ob forschungspolitische Maßnahmen Erfolge zeigen. Eine solche kontinuierliche Berichterstattung existiert im Bereich der Nanotechnologie nicht. Zum Vergleich: In der Biotechnologie wurde seit Jahren mit dem „Ernst&Young-Report“ ein Instrument geschaffen, mit dessen Hilfe sich beurteilen lässt, ob Deutschland seine Position im weltweiten Vergleich verbessern konnte und inwieweit sich Biotechnologie im Markt durchsetzt und zu Arbeitsplätzen führt.

Mit der Studie „Nanotechnologie und Nachhaltigkeit“ (Steinfeldt 2004) wurde das ökologische Potenzial von Nanopartikeln, wurden aber auch mögliche Risiken in Einzelfällen analysiert. U. a. der Bericht des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (Paschen et al. 2003), in dem weitere Fallbeispiele angeführt werden, kommt zu dem Schluss, dass weitere Forschung zu gesundheitlichen und ökologischen Aspekten von Nanopartikeln notwendig sind.

Insbesondere in den USA wird der Beitrag der Nanotechnologie zu ziviler und militärischer Sicherheit viel diskutiert (Ratner 2004). Im Gesamtzusammenhang der konvergierenden Technologien (Nanotechnologie, Biotechnologie, Informationstechnik und Kognitionswissenschaften, NBIC) nimmt man an, dass Nanotechnologie zur inneren Sicherheit, z. B. in der Terrorismusabwehr, aber auch zur Verbesserung der Ausrüstung von Soldaten und von Waffen, beitragen kann. In Deutschland ist dies ein untergeordnetes Thema.

In der öffentlichen Diskussion ist Nanotechnologie stark mit utopischen Visionen verbunden. Es gibt einerseits optimistische Visio-

nen, die das Potenzial der Nanotechnologie weit überzeichnen (Drexler 1986 und 1999). Ein Beispiel sind die Nano-U-Boote, die in der Blutbahn Reparaturen durchführen. Andererseits gibt es unrealistische Horrorszenarien (Joy 2000). Innovations- und Technikanalyse hat die Aufgabe, zur Versachlichung der Diskussion beizutragen. Es gibt wenig Visionen und Szenarien, die realistische Potenziale berücksichtigen und auf wissenschaftlicher Basis die Möglichkeiten der Nanotechnologie anschaulich machen. Szenarien könnten ein geeignetes Instrument für die angestrebte Versachlichung der öffentlichen Diskussion sein.

Literatur

Bachmann, G., 1998: Innovationsschub aus dem Nanokosmos. Technologieanalyse durch den VDI im Auftrag des BMBF. VDI-Technologiezentrum, Düsseldorf, Zukünftige Technologien Nr. 28

BMBF, 2004: Nanotechnologie erobert Märkte – Deutsche Zukunftsoffensive für Nanotechnologie. Bonn

Drexler, K.E., 1986: Engines of Creation. New York: Anchor Books editions (Random House)

Drexler, K.E., 1992: Nanosystems – Molecular Machinery, Manufacturing, and Computation. New York u. a.: John Wiley & Sons, Inc.

Ernst & Young, 2004: Deutscher Biotechnologie-Report; http://www.innovations-report.de/html/berichte/biowissenschaften_chemie/bericht-29146.html

etc-group (action group on erosion, technology and concentration), 2003: No small matter II: The case for a global moratorium...Winnipeg, Manitoba, Canada

Evolution Capital Ltd., 2001: Nanotechnology: Commercial Opportunity. London

Farkas, R. u. a., 2003: Nanotechnologie pro Gesundheit – Chancen und Risiken. Studie im Auftrag des BMBF, noch nicht veröffentlicht

Luther, W.; Malanowski, N.; Bachmann, G.; Werner, M. u. a., 2004: Wirtschaftliche Bedeutung der Nanotechnologie. Studie des VDI-Technologiezentrums u.a. im Auftrag des BMBF, noch nicht veröffentlicht

NSF/National Science Foundation, 2001: Societal Implications of Nanoscience and Nanotechnology. NSET Workshop Report. Edited by Mihail C. Roco and William S. Bainbridge. NSF Report, Arlington, Virginia, March 2001

Paschen, H.; Coenen, Ch.; Fleischer, T.; Grünwald, R.; Oertel, D.; Revermann, Ch., 2004: Nanotechnologie. Forschung und Entwicklung, Anwendung. Heidelberg: Springer-Verlag

Ratner, D.; Ratner, M., 2004: Nanotechnology and Homeland Security. New Weapons for New Wars. Prentice Hall

Steinfeldt, M., 2004: Nanotechnologie und Nachhaltigkeit. Studie im Auftrag des BMBF, noch nicht veröffentlicht

TA-SWISS (Hrsg.), 2003: Nanotechnologie in der Medizin. Studie des Schweizer Zentrums für Technikfolgenabschätzung TA-SWISS. TA 47/2003, Bern

Wood, S.; Jones, R.; Gelhart, A., 2003: The social and Economic Challenges of Nanotechnology. Swindon, UK: Economic and Social Research Council

Kontakt

Dr. Volkmar Dietz
Bundesministerium für Bildung und Forschung
Referat „Strategie, Planung und Forschungskoordinierung“
Hannoversche Str. 28-30, 10115 Berlin
Tel.: +49 (0) 18 88 / 57 51 43
Fax: +49 (0) 18 88 / 57 8 51 43
E-Mail: Volkmar.Dietz@bmbf.bund.de

«

Das wirtschaftliche Potenzial der Nanotechnologie

von Wolfgang Luther und Norbert Malanowski, Zukünftige Technologien Consulting in der VDI Technologiezentrum GmbH, Düsseldorf

Die Nanotechnologie ist eine der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts. Bereits heute werden mit Produkten, die sich nur mit Hilfe der Nanotechnologie realisieren lassen, beträchtliche Umsätze erzielt. Diese Umsätze dürften mit dem wirtschaftlichen Durchbruch der Nanotechnologie zukünftig enorm steigen. Als Beispiele für heutige und zukünftige Anwendungsfelder der Nanotechnologie lassen sich unter anderem die Pharmazie, die Elektronik, der Bereich Neue Materialien, der Automobilbau und der Maschinenbau sowie die Umwelttechnik nennen. Eine allgemein anerkannte breite Datenbasis zum wirtschaftlichen Potenzial ist bisher allerdings noch nicht erarbeitet worden bzw. liegt nicht öffentlich zugänglich vor. Das wirtschaftliche Potenzial der Nanotechnologie ist daher zum gegenwärtigen Zeitpunkt – so unsere Hypothese in einer neuen Studie – mit Erhebungen, basierend auf rein quantitativen Methoden der empirischen Wirtschaftsforschung kaum realistisch einzuschätzen.[1]

1 Einleitung

Erste übergeordnete veröffentlichte Studien zur Nanotechnologie (z. B. Evolution Capital 2001; DG Bank und GZ Bank 2001; Beckmann und Lenz 2002; TAB 2003) sind bisher noch zu lückenhaft, als dass sie die wirtschaftliche Bedeutung der Nanotechnologie für sämtliche betroffenen Branchen präzise abbilden könnten, zumal die Definition meist vage bleibt. Darüber hinaus werden in solchen übergeordneten Studien in der Regel die jeweiligen so genannten Lead-Märkte[2] einzelner Länder nicht hinreichend berücksichtigt. Während beispielsweise die Bereiche Elektronik, Informations- und Kommunikationstechnologie (IuK) und Biotechnologie in den USA betroffene Lead-Markets darstellen, sind dies in Deutschland vor allem die Branchen Chemie, Automobilbau, Optik, Life Sciences und Elektronik. Bezeichnend für diese Lead-Market-Branchen ist, dass sie in einem besonders intensiven Partnerschaftsverhältnis zur Wissenschaft stehen, aus der sie ihre technologische Stärke schöpfen (siehe dazu unter anderem BMBF 2002; Beise 2002; Manager Magazin 9/2002). Auch wenn die wenige verfügbare Literatur zum direkten und indirekten wirtschaftlichen Potenzial der Nanotechnologie mehr oder weniger noch mit deutlichen Schwächen behaftet ist, so konnte sie dennoch als nutzbringende Ausgangsbasis für eine Studie aufbereitet werden, die eine realistische Einschätzung des Marktvolumens und der Marktrelevanz sowohl für Deutschland selbst als auch im internationalen Kontext zum Ziel hat.

2 Methodisches Vorgehen

Für eine derartige Studie zum wirtschaftlichen Potenzial einer noch sehr jungen neuen Technologie bietet sich ein Methodenmix geradezu an. Nach Alemann (1995) sind qualitative (z. B. Experteninterview und Literaturanalyse) und quantitative Methoden (z. B. standardisierte Umfrage) eher als komplementäre denn als konkurrierende Methoden der Erkenntnisgewinnung zu verstehen. Bei qualitativen Methoden werden offene Verfahren bevorzugt, die den beforschten Personen (oder präziser: den Befragten) möglichst wenig Restriktionen bei der Formulierung ihrer subjektiven Realitätskonstruktionen auferlegen. Im Kontext von quantitativen Methoden werden in der Regel standardisierte Messinstrumente eingesetzt, um die gemessenen Variablen zu quantifizieren und mit Hilfe statistischer Modelle auszuwerten. Mittlerweile setzt sich in der empirischen Wirtschafts- und Sozialforschung immer stärker der Ansatz durch, dass „es den einen methodischen Königsweg nicht gibt, sondern eine dem jeweiligen Gegenstandsbereich, der Fragestellung und den verfügbaren finanziellen, zeitlichen usw. Ressourcen Rechnung tragende Methodenkombination, insbesondere aus qualitativen und quantitativen Methoden, anzuwenden ist“ (Wollmann, 2001, S. 382).

Dieses Verfahren der Methodenkombination bzw. des Methodenmix hat sich bei der Auswertung des Datenmaterials zur Evaluation der Mikrosystemtechnik (einer ebenfalls noch recht jungen Technologie) bereits bewährt und kann dazu verhelfen, die Defizite der jeweiligen qualitativen und quantitativen Methoden in

einer Studie zum wirtschaftlichen Potenzial der Nanotechnologie zu umgehen (Heimer und Werner 2004).

Für die Studie wurden – nach der Festlegung einer (breiten) Definition von Nanotechnologie – zunächst intensive Recherchen im Internet und in Datenbanken zu Marktaussagen und Patenten in Bezug auf Nanotechnologie durchgeführt. Daneben wurden ca. 15 explorative Experteninterviews mittels Interviewleitfaden geführt. Dies diente vor allem der Sammlung von Hintergrundinformationen (Arbeitsphase 1).

Nach diesen eher vorbereitenden Arbeiten erfolgte eine Befragung mittels standardisiertem Fragebogen der in Deutschland ermittelten Unternehmen, die im Bereich Nanotechnologie aktiv sind. Der Fragebogen wurde vor seinem Einsatz einem Pretest unterzogen. Die Unternehmensbefragung wurde mittels des Statistikprogramms SPSS ausgewertet. Die Entscheidung für SPSS wurde getroffen, da dieses Softwarepaket solide Auswertungsmöglichkeiten bietet und eine exzellente Datenverwaltung bereitstellt (Arbeitsphase 2).

Sämtliche aufbereiteten Ergebnisse der Literaturanalyse, der Patentanalyse, der Experteninterviews und der Unternehmensbefragung wurden in Thesenform als konstruktive Konfrontationsbasis in Expertenworkshops eingespeist (Delphi-Methode).[3] An den Workshops nahmen Experten aus/von Banken, Wissenschaft, Kompetenzzentren der Nanotechnologie, Produzenten, Zulieferern, Systementwicklern und Venture-Capital-Unternehmen teil. Diese Experten dienten einerseits als kritische Kommentatoren der Ergebnisse, resultierend aus Literaturanalyse, Experteninterviews, Patentanalyse und Unternehmensbefragung. Andererseits brachten sie zusätzliches Expertenwissen aus ihrer jeweiligen Perspektive zum wirtschaftlichen Potenzial der Nanotechnologie ein. Überdies hatten sie die Aufgabe, sämtliche Ergebnisse zu bewerten. Um die Bedeutung der Nanotechnologie für die deutschen Lead-Markets aufzeigen zu können, wurde ein besonderes Augenmerk auf diejenigen Branchen gelegt, die die technologische Leistungsfähigkeit der deutschen Industrie prägen (Chemie, Automobilbau, Optik, Life Sciences[4] und Elektronik[5]). Die durch ein solches Bündeln gewonnenen Daten wurden durch das Projektteam nochmals aufbereitet und vor ihrer abschließenden Dokumentation abermals in das jeweilige branchenspezifische Expertennetzwerk zur Validierung eingespeist (Arbeitsphase 3).

Im Anschluss daran folgte die abschließende Zusammenführung und Bewertung der gesamten ermittelten Ergebnisse. Die Ergebnisse wurden unter anderem im Kontext mit Ergebnissen aus anderen verfügbaren kommerziellen Quellen bewertet (Markus-Datenbank und aktuelle Marktstudie der Deutschen Bank, Fecht et al. 2003). Dies diente der Plausibilisierung der gesamten Ergebnisse und dem Herausarbeiten der spezifischen Perspektiven für den Standort Deutschland. Dabei wurde eine Stärken-Schwächen-Analyse der internationalen Wettbewerber in diesem Umfeld, ihre momentane und zukünftige Orientierung im Forschungs- und Applikationsbereich als auch eine vergleichende Positionsbestimmung Deutschlands vorgenommen. Auf der Basis der zusammengestellten Informationen wurde mit strukturierten Methoden (swot analysis und white spot analysis)[6] eine Analyse des Status in Deutschland sowie der vorhandenen Chancen und Defizite durchgeführt (Arbeitsphase 4).

3 Zentrale Ergebnisse im Überblick

Bei der Definition der Nanotechnologie gibt es noch keine international einheitliche Sichtweise. Speziell die Frage der Abgrenzung zur Mikrotechnologie, zu bestehenden chemischen Prozessen oder auch die Zugehörigkeit verschiedener Verfahren und Methoden zur Nanobiotechnologie wird über die Erläuterung von Beispielen verdeutlicht. Eine absolut richtige und unanzweifelbare Definition für die Klassifizierung von technologischen Prozessen und Produkten in die Nanotechnologie gibt es nicht.

Im Rahmen der Studie beschreibt Nanotechnologie die Herstellung, Untersuchung und Anwendung von Strukturen, molekularen Materialien, inneren Grenz- und Oberflächen mit mindestens einer kritischen Dimension oder mit Fertigungstoleranzen (typischerweise) unterhalb 100 Nanometer. In der Regel werden hierbei aus der Nanoskaligkeit der Systemkomponenten resultierende neue Funktionalitäten und Eigenschaften zur Verbesserung bestehender oder Entwicklung neuer Produkte und Anwendungsoptionen genutzt. Diese neuen Effekte und Möglichkeiten sind überwiegend im Verhältnis von

Oberflächen- zu Volumenatomen und im quantenmechanischen Verhalten der Materiebausteine begründet (BMBF 2004).

Die Patentauswertung belegt nachdrücklich, dass die sehr dynamische Entwicklung der Nanotechnologie sich auch in den Patentanmeldungen wiederfindet. In den letzten fünf Jahren haben sich die jährlichen Patentanmeldungen in der Nanotechnologie etwa alle zwei Jahre verdoppelt. Die Länderverteilungen zeigen, dass Deutschland hinsichtlich der Patentsituation in der Nanotechnologie sehr gut aufgestellt ist – sowohl in der Nanotechnologie insgesamt als auch in dem zahlenmäßig wichtigsten Teilbereich, der Chemie. Deutschland befindet sich gerade bei den besonders werthaltigen Patenten in einer sehr guten Position. In keinem der in der Patentanalyse betrachteten Lead-Märkte (Chemie, Automobilbau, Optik) ist ein gravierender Rückstand auf die USA oder Japan zu verzeichnen.

In Bezug auf die Patentstrategie im Bereich Nanotechnologie weisen Branchenexperten darauf hin, dass die Nanotechnologie prinzipiell keine völlig andere Patentstrategie erfordert als andere Technologiebereiche. Ein Spezifikum besteht allerdings darin, dass die Entwicklungszeiten von einem nanotechnologischen Grundeffekt bis zur Anwendung in bestimmten Fällen so lang sein können, dass der Patentschutz kurz nach dem Erreichen der Produktreife ausläuft.

Mit Bezug auf KMU weisen Branchenexperten darauf hin, dass die Patentierneigung in diesen Unternehmen deutlich geringer ist als in Großunternehmen. In KMU wird eventuell bevorzugt, technologische Betriebsgeheimnisse – auch wenn sie patentierbar wären – gar nicht erst offen zu legen. Aus Kostengründen würden KMU im Zweifelsfalle beispielsweise eher Gebrauchsmuster anmelden. Eine sinnvolle Patentstrategie für KMU könnte nach Aussage der befragten Experten z. B. darin bestehen, eine Technologie gemeinsam mit den Hauptanwendern zu patentieren. Es ist zu betonen, dass eine breit angelegte Patentrecherche, wie sie hier vorgenommen wurde, sich zu einer Beurteilung der generellen Patentsituation eignet. Zur Einschätzung einzelner Firmen und spezifischer Technologien sind entsprechend detaillierte Patentrecherchen erforderlich.

Eine exakte Ableitung des „Nanotechnologieweltmarktes“ ist auf Basis der genannten Zahlen in öffentlich zugänglichen Studien kaum möglich, da nur für einen Teil nanotechnologischer Produkte Marktzahlen verfügbar und die Auflistungen somit unvollständig sind. Hinzu kommt, dass die Marktprognosen sich zum Teil auf unterschiedliche Zeithorizonte beziehen, Doppelungen bei der Nennung von Nanotechnologieprodukten in zwei oder mehreren Teilbereichen vorkommen (z. B. Anwendung von Nanogrundprodukten/-komponenten in Endprodukten verschiedener Branchen) und Produkte aus unterschiedlichen Stufen der Wertschöpfungskette in die Betrachtung einfließen (Grundprodukte, Zwischenprodukte, Endprodukte etc.). Eine Zusammenfassung der Marktpotenziale der wichtigsten nanotechnologischen Anwendungen in unterschiedlichen Teildisziplinen findet sich in der nachfolgenden Tabelle 1.

Der Elektronikmarkt wird z. B. mittelfristig weiterhin von der CMOS-Technologie dominiert werden. Bis zum Jahr 2006 wird der Anteil der Nanoelektronik (d. h. Strukturbreiten < 100 nm) ca. zehn Prozent des Gesamt-CMOS-Marktes betragen, mit einem Weltmarktvolumen von ca. 20 Mrd. USD. Die Magnetoelektronik hat bereits signifikante Marktanteile im Bereich der Festplattenspeicher in Form von GMR-Leseköpfen erobert und wird mittelfristig durch MRAM-Speicherchips auch Substitutionspotenziale im DRAM-Speichermarkt erschließen.

Im Bereich der Chemie werden mit lange etablierten nanostrukturierten Materialien wie Carbon Black, Kieselsäure oder Polymerdispersionen Milliardenumsätze am Weltmarkt erzielt, allerdings bei geringem Marktwachstum. Ein dynamisches Marktwachstum wird hingegen bei neueren Nanomaterialien wie Kohlenstoffnanoröhren, Polymernanokompositen, Aerogelen, organischen Halbleitern und anorganischen Nanopartikeln erwartet, vorausgesetzt, dass „Show Stopper“ technologischer (z. B. Probleme beim Upscalen von Herstellungsprozessen) oder sozioökonomischer Art (z. B. Toxizität von Nanomaterialien) keinen hemmenden Einfluss ausüben.

Tab. 1: Abschätzungen des jährlichen Weltmarktvolumens nanotechnologischer Produkte in den jeweiligen Lead-Märkten

Nanotechnologische Produkte	*Jährliches Weltmarktvolumen (Bezugsjahr)*
Chemie	
Nanomaterialien	
Metalloxid-/Metall-Nanopartikel	900 Mio. USD (2005)[1]
Nano-Kieselsäure	800 Mio. EUR (2003)[2]
Nano-Schichtsilikate	25 Mio. USD (2006)[3]
Kohlenstoffnanoröhren	145 Mio. USD (2005)[4], 1,2 Mrd. USD (2006)[5]
Carbon Black	3 Mrd. USD (2002)[6], 8 Mrd. USD (2006)[5]
Polymerdispersionen	15 Mrd. EUR (2002)[7]
Organische Halbleiter	500 Mio. USD (2005)[10]
Dendrimere	5-15 Mio. EUR (2006)[3]
Mikronisierte Wirkstoffe	1 Mrd. EUR (2002)[7]
Zeolithe	2,6 Mrd. USD (2006)[5]
Aerogele	10 Mrd. USD (2005)[8]
Polymere Nanokomposite	0,3 Mrd. USD (2006)[3], 1,5 Mrd. EUR (2009)[9]
Zwischenprodukte	
Korrosionsschutzpapier	10-50 Mio. EUR (2006)[12]
Lacke	50-250 Mio. EUR (2006)[12]
Folien für Displays	50-250 Mio. EUR (2006)[12]
Markerstoffe	250-500 Mio. EUR (2006)[12]
Nanosensoren	
Temperatursensoren	4,6 Mio. USD (2004), 217 Mio. USD (2011)[11]
Druck-Sensoren	4,4 Mio. USD (2004), 87 Mio. USD (2011)[11]
Chemische Sensoren	1,3 Mio. USD (2007), 36 Mio. USD (2011)[11]
Automobilbau	
Magnetoelektronische Sensoren	600 Mio. USD (2006)[13]
Antifog-Coatings für Scheinwerfer	50-250 Mio. EUR (2003)[12]
Lacke	50-250 Mio. EUR (2006)[12]
Automobilreifen	7 Mrd. EUR (2006)[12]
Komponenten mit Hartschichten	0,5 -1 Mrd. EUR (2006)[12]

Nanotechnologische Produkte	*Jährliches Weltmarktvolumen (Bezugsjahr)*
Elektronik	
CMOS-Elektronik <100 nm	20 Mrd. USD (2006)[18]
GMR-HDD	26,6 Mrd. USD (2006)[5]
MRAM	30-50 Mrd. USD (2010)[19], (DRAM-Ersatz)
Optische Industrie	
Ultrapräzisionsoptiken davon Lithografieoptiken	1-5 Mrd. EUR (2006)[12] 0,5 – 1 Mrd. EUR (2006)[12]
Lithografie-Stepper	7,7 Mrd. USD (2006)[5]
LED davon weiße LED	1-5 Mrd. EUR (2006)[13] 10-50 Mio. EUR (2006)[13]
Diodenlaser davon Hochleistungs-Diodenlaser	1-5 Mrd. EUR (2006)[13] 50-250 Mio. EUR (2006)[12]
OLED-Displays	0,1 Mrd. USD (2002), 2,5 Mrd. USD (2006)[5]
CNT-FED	0,01 Mrd. USD (2002), 0,05 Mrd. USD (2006)[5]
Optische Sensorik	1-5 Mrd. EUR (2006)[13]
Laserinterferometer	10-50 Mio. EUR (2006)[12]
Optische Dünnfilm-Messtechnik	250-500 Mio. EUR (2006)[12]
Life Sciences	
Medizin/Pharmazie	
Biophysikalische Analytik	181 Mio. USD (2002), 745 Mio. USD (2007)[14]
Gesamtmarkt Biochips/Schnelltests	2 Mrd. USD (2010)[15]
DNA Chips	1,9 Mrd. USD (2006)[5]
Protein Chips	0,4 Mrd. USD (2006)[5]
Nanobasierte Diagnostik und Analytik	80 Mio. USD (2002), 391 Mio. USD (2007)[14]
Wirkstoffe und Drug Delivery	8 Mio. USD (2002), 33 Mio. USD (2007)[14]
Tissue Engineering	0 Mio. USD (2002), 1,5 Mio. USD (2007)[14]
Ag-Nanopartikel in Antimikrobika	1 Mio. USD (2005)[16]
Kosmetik	
Nanopartikel in Sonnenschutzmitteln	86,5 Mio. USD (2005)[16]

Quellen: [1] BCC 2002;, [2] Wacker Silicones 2003; [3] SRI 2002; [4] Mitsubishi Research Institute 2002; [5] Fecht et al. 2003; [6] Reuters 2002; [7] BASF/Distler 2002; [8] Aspen Systems 2001; [9] Stevenson 2003; [10] Frost&Sullivan 2002; [11] Frost&Sullivan 2003; [12] Unternehmensbefragung; [13] VDI TZ Experten-Workshops; [14] BCC 2003; [15] VDI-Nachrichten 2003; [16] BCC 2001; [17] Small Times 2002; [18] eigene Abschätzung; [19] Small Times 2003

Die Marktrelevanz der Nanotechnologie im Automobilbau wird von deutschen Nanotechnologie- und Automobilunternehmen derzeit noch relativ gering eingeschätzt, unter anderem aufgrund langer, an Innovationszyklen der verschiedenen Modellserien gekoppelte Vorlaufzeiten für Technologieentwicklungen. In einigen Automobilkomponenten hat die Nanotechnologie jedoch schon Eingang in Serienprodukte gefunden (z. B. kratzfester Lack, nanobeschichtete Einspritzpumpen, LED-Rücklichter etc.). Langfristig wird nanotechnologisches Know-how einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil im Automobilbau darstellen, hinsichtlich sämtlicher relevanter Kriterien von der Ökologie (z. B. energieeffiziente Antriebe, Leichtbau, Schadstoffreduktion und Ressourcenschonung), über die Sicherheit (passive und aktive Sicherheit) bis hin zum Komfort (Produktdesign, Infotainment etc.).

Marktpotenziale in der Optischen Industrie ergeben sich vor allem in der Herstellung ultrapräziser Optiken für die Halbleiterfertigung (optische Lithografie), im Bereich optoelektronischer Lichtquellen (Laserdioden und LED) sowie im Displaybereich (OLED und FED), wo jeweils bis zum Jahr 2006 mit Milliarden USD-Umsätzen zu rechnen ist.

Die Life Sciences werden langfristig als einer der bedeutendsten Märkte für die Nanotechnologie eingeschätzt. Mittelfristig sind die Umsatzpotenziale nanotechnologischer Produkte beispielsweise im Vergleich mit der Chemie, Optik und Elektronik eher gering einzustufen. Der Hauptanteil des nanotechnologischen Marktpotenzials im Bereich der Life Sciences basiert auf biomedizinischen Schnelltests (DNA-, Protein-Chips), bei denen der nanotechnologische Einfluss in erster Linie im Bereich der Detektionssysteme deutlich wird.

Die im Rahmen der Studie befragten Unternehmen lehnen die Aussage, dass Nanotechnologie nur ein neues Experimentierfeld darstellt, ebenso ab wie in abgeschwächter Form auch die Aussage, dass durch die Nanotechnologie die Technologiekompetenz abgerundet würde. Dieses Ergebnis widerlegt eindeutig die vielfach verbreitete Aussage, dass Nanotechnologie lediglich einen „Hype“ darstellt. Die Ergebnisse der Unternehmensbefragung haben ferner gezeigt, dass der Bereich Chemie (einschließlich Materialien) eindeutig an der Spitze der Nanotechnologiefirmen und -anwendungen in Deutschland steht, gefolgt von den Life Sciences und IuK.

Die wichtigsten Innovationshürden in Deutschland sind Investitionskosten, Fremdkapital und Fördermittel, die ausschließlich finanzieller Natur sind. Die Rangfolge der genannten Barrieren lässt darauf schließen, dass die Entwicklung neuer Produkte oder Verfahren im Bereich der Nanotechnologie erhebliche Investitionen erfordert, die nicht allein aus dem Eigenkapital heraus finanziert werden können. Mit der Erschließung von Märkten mit Hilfe der Nanotechnologie sind ebenfalls deutliche Investitionen verbunden, die nicht ohne weiteres von der Industrie alleine aufzubringen sind. Begrenzte Marktkenntnisse und noch unzureichende Kooperationsverflechtungen, insbesondere in den bislang noch nicht so stark von der Nanotechnologie durchdrungenen Branchen, stellen eine Barriere für die Innovationsgeschwindigkeit und die Diffusion neuer Anwendungsbereiche dar. Ebenso stellt die Zusammenarbeit der Finanzwirtschaft und der Nanotechnologieunternehmen eine wichtige Herausforderung für die Zukunft dar, die insbesondere in Deutschland ungelöst ist.

Die Zurückhaltung von Investitionen der Venture-Capital-Branche in Start-up-Unternehmen wirkt sich derzeitig äußerst negativ auf Unternehmensgründungen im deutschen Nanotechnologie-Umfeld aus. Die klassische Bankfinanzierung von Unternehmensgründungen ist in den letzen Jahren zunehmend schwieriger geworden, da sich die deutsche Bankenlandschaft selbst in einer Krise befindet.

Konservative Schätzungen des Beschäftigungszuwachses von Arbeitsplätzen in der Nanotechnologie lassen in Deutschland eine Zunahme von mindestens 10.000 bis 15.000 Arbeitsplätzen bis 2006 erwarten, allein durch die etwa 450 existierenden Nanotechnologieunternehmen in Deutschland. Auch wenn eine exakte Ermittlung der Anzahl der Arbeitsplätze im Bereich Nanotechnologie nicht möglich ist, lässt sich abschätzen, dass bereits heute mehrere zehntausend Arbeitsplätze in Deutschland in diesen Unternehmen direkt oder indirekt von der Nanotechnologie abhängig sind.

Für das Jahr 2015 wird erwartet, dass fast jeder Industriebereich durch die Nanotechnologie beeinflusst wird. Bei den erwartungsgemäß

am stärksten von der Nanotechnologie beeinflussten Bereichen handelt es sich aus internationaler Sicht um die Bereiche Chemie, Life Sciences und Elektronik.

Es lässt sich feststellen, dass Deutschland zurzeit über eine sehr gute Ausgangsbasis für die wirtschaftliche Umsetzung der Nanotechnologie-Aktivitäten verfügt. Die Exzellenz in der Forschung spiegelt sich allerdings nicht in vollem Umfang in der wirtschaftlichen Umsetzung wider. Hier sind die USA und Japan Deutschland bisher überlegen. Ebenso ist dem Umstand Rechnung zu tragen, dass weltweit die Investitionen und staatlichen Förderungen im Bereich der Nanotechnologie erheblich zugenommen haben. Das ist auch auf die prognostizierten sehr hohen Marktvolumina zurückzuführen. Daher ist in Zukunft ein noch stärkerer internationaler Wettbewerb in Bezug auf die Nanotechnologie zu erwarten.

4 Fazit

Die Studie hatte zum Ziel, eine realistische Einschätzung des Marktvolumens und der Marktrelevanz der Nanotechnologie sowohl für Deutschland selbst als auch im internationalen Kontext zu erarbeiten. Bei der Erhebung und Auswertung des Datenmaterials hat sich ein aufwändiger Methodenmix bewährt und hilft, die Defizite der jeweiligen eingesetzten qualitativen (Experteninterviews, Literaturanalyse, Delphi-Workshops) und quantitativen (schriftliche Unternehmensbefragung und Patentanalyse) Methoden zur Ermittlung des wirtschaftlichen Potenzials der Nanotechnologie zu umgehen. Auf diesem Wege gelingt es, dass die Einzelergebnisse im Rahmen der eingesetzten speziellen Methode nicht nur ausschließlich oder gar isoliert voneinander betrachtet, sondern im Kontext der gesamten Ergebnisse behandelt werden. Für die Bewertung der Ergebnisse war es äußerst hilfreich, dass (vorläufige) Ergebnisse in branchenspezifisch ausgerichteten Delphi-Workshops von ausgewiesenen Experten u. a. aus Industrie, Wissenschaft und Finanzwirtschaft kritisch beleuchtet und bewertet werden konnten. Damit wurden in diese Studie auch Elemente einer partizipativen Innovations- und Technikanalyse als Anstoß für einen stetigen und konstruktiven Diskurs mit den Stakeholdern eingebracht.

Folgende zukünftige Arbeiten könnten sehr sinnvoll sein, damit ein möglichst großer Anteil des prognostizierten enormen Marktpotenzials der Nanotechnologie in Zukunftsmärkten vom Standort Deutschland nutzbar gemacht werden kann:

- regelmäßige Erhebungen zum Marktpotenzial der Nanotechnologie,
- Aufbau einer internetbasierten Präsentationsplattform, um die Vermarktung von Nanotechnologieprodukten zu erleichtern,
- frühzeitige Untersuchungen möglicher Showstopper, wie z. B. die Toxizität bestimmter Nanomaterialien, um das Risiko von Fehlinvestitionen bzw. Marktbarrieren durch mangelnde Verbraucherakzeptanz zu minimieren.

Die vollständige Studie mit sämtlichen Ergebnissen wird voraussichtlich im Sommer 2004 unter dem Titel „Nanotechnologie als wirtschaftlicher Wachstumsmarkt – Innovations- und Technikanalyse“ als Band 53 in der Reihe „Zukünftige Technologien“ der VDI Technologiezentrum GmbH erscheinen.

Anmerkungen

1) Die Studie entstand im Rahmen des Vorhabens „Innovations- und Technikanalyse zur Nanotechnologie” der Abteilung Zukünftige Technologien Consulting der VDI Technologiezentrum GmbH im Auftrag und mit Unterstützung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), Referat LS 21 (Förderkennzeichen 16 I 1503). Zum Projektteam gehörten Dr. Gerd Bachmann, Dr. Andreas Hoffknecht, Dr. Dirk Holtmannspötter, Dr. Wolfgang Luther, Dr. Norbert Malanowski und Dr. Dr. Axel Zweck (VDI TZ ZTC) sowie Prof. Dr. Thomas Heimer, Dr. Hermann Sanders (Hochschule für Bankwirtschaft), Dr. Matthias Werner, Dipl. Ing. Stephan Mietke, Jürgen Ilgner (Innovationsteam Mikro- und Nanotechnologie der Deutschen Bank) und Dipl. Ing. Thomas Köhler (ICMT GmbH). Wir möchten uns an dieser Stelle sehr herzlich bei den Mitautoren der Studie bedanken.
2) Der Begriff „Lead-Market“ wird in der Literatur teilweise unterschiedlich benutzt. Wir orientieren uns in dieser Studie an einer Definition, die im Jahr 2002 in einer Studie des BMBF vorgeschlagen wurde. Diese lautet: „Lead-Märkte sind regionale Märkte (in der Regel Länder), die ein bestimmtes Innovationsdesign früher als andere

Länder nutzen und über spezifische Eigenschaften (Lead-Market-Faktoren) verfügen, die die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass in anderen Ländern das gleiche Innovationsdesign ebenfalls breit adoptiert wird“ (BMBF 2002, S. 108).

3) Bei Anwendung der Delphi-Methode werden Experten aus dem jeweiligen zu untersuchenden Themenfeld in der Regel in einem Durchlauf oder mehreren Durchläufen befragt. Es wird ihnen meist ein ausführlich strukturierter Katalog mit Fragen und Thesen vorgelegt, mit dem sie Einschätzungen über zukünftige Entwicklungen und Trends abgeben sollen.
4) Das BMBF hat zum Thema „Nanotechnologie und Gesundheit“ eine Studie in Auftrag gegeben, die im Frühjahr 2004 fertig gestellt wurde (vgl. hierzu Farkas und Monfeld in diesem Schwerpunkt). In dieser Studie finden sich auch Ergebnisse zu den Marktpotenzialen der Nanotechnologie im Bereich Life Sciences. Um eine mögliche Doppelarbeit zu vermeiden, wurde auf die Durchführung eines eigenen Workshops zu diesem Thema verzichtet.
5) Dank der International Technology Roadmap for Semiconductors (ITRS) gehört die Elektronik zu den Technologien, deren zukünftige Entwicklung sehr gut beschrieben ist. Da die Halbleiterindustrie sehr investitionsintensiv ist, sind Marktprognosen außerordentlich wichtig für unternehmerische Entscheidungen. Dieser Bedarf wird durch eine ganze Reihe von (kommerziellen) Marktforschungsinstituten bedient. Die Prognosen reichen derzeit ca. bis zum Jahr 2008. Wie sich dabei der Anteil der Nanoelektronik zur Mikroelektronik entwickeln wird und für welche Branchen sich daraus welche Konsequenzen ergeben, ist bisher noch nicht hinreichend systematisch untersucht worden, konnte jedoch mittels Sekundäranalyse ausgewählter kommerzieller Marktstudien herausgefiltert werden. Ein gesonderter Workshop war aus diesem Grund nicht notwendig.
6) Eine SWOT Analyse umfasst eine Stärken-Schwächen-Analyse (strength – weakness), also die Bewertung der Faktoren, die in Deutschland selbst beeinflusst werden können, und eine Chancen-Risiko-Analyse (opportunities – threats), d. h. eine Bewertung von global wirkenden Faktoren. Die white-spot analysis stellt ein qualitatives, strukturiertes Verfahren dar, um in einer Matrix, die zum Beispiel Märkte/Applikationen und Technologieplattformen beschreibt, nicht oder nur schwach besetzte Positionen (sog. weiße Flecken) zu identifizieren (Deschamps 2000).

Literatur

Alemann, U. v., 1995: Einführung in die Methoden der Politikwissenschaft. Opladen: Westdeutscher Verlag

Aspen Systems, 2001: Aspen Systems takes a giant step toward commercialization of Aerogels. Pressemitteilung

BASF, 2002: s. Distler 2002

BCC, 2003: Biomedical Applications of nanoscale devices: Commercial Opportunities,. Conference proceedings, Nanotech and Biotech convergence. BCC, Stamford

BCC, 2002: Ion Implantation and MBE Technologies to grow at 25 per cent and 33 per cent through 2006. Pressemitteilung; http://www.bccresearch.com/editors/RGB-186F.html

BCC, 2001: Opportunities in nanostructured materials: Biomedical, pharmaceutical & cosmetic. Business Communication Company,. Norwalk, USA

Beckmann, M.; Lenz, P., 2002: Profitieren von Nanotechnologie. Investment der Zukunft. München: FinanzBuch Verlag

Beise, M., 2002: Identifizierung von „Lead-Markets“: Ein neuer Ansatz einer globalen Produkteinführungsstrategie. In: BMWI: Die innovative Gesellschaft – Nachfrage für die Lead-Märkte von morgen. Ergebnisse der Fachtagung in Berlin

BMBF, 2002: Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Bonn

BMBF, 2004: Nanotechnologie erobert Märkte – Deutsche Zukunftsoffensive für Nanotechnologie. Bonn

Deschamps, J.-P., 2000: Managing the Innovation Process. Lausanne: International Institute for Management Development.

DG Bank, GZ Bank, 2001: Im Fokus. Nanotechnologie in der Chemie. Frankfurt a. M.

Distler, D., 2002: Nanoteilchen in Megatonnen: Vielfältige Anwendungen für Polymerdispersionen. BASF-Presseinformation, Mannheim

Evolution Capital Ltd., 2001: Nanotechnology: Commercial Opportunity. London

Fecht, H.-J.; Ilgner, J.; Köhler, T.; Mietke, S.; Werner, M., 2003: Nanotechnology Market and Company Report – Finding Hidden Pearls. WMtech Center of Excellence Micro and Nanomaterials, Ulm

Frost&Sullivan: Stevenson, R., 2002: OLEDs set to glow. e-zine chemSoc; http://www.chemsoc.org/chembytes/ezine/2003/stevenson_jan03.htm

Frost&Sullivan: Carillo, D., 2003: Nanosensors’ Niche in Nanotechnology. In: Cepmagazin-online; http://www.cepmagazine.org/pdf/110333.pdf

Heimer, T.; Werner, M., 2004: Die Zukunft der Mikrosystemtechnik – Quo vadis MST? Ergebnisse der ex-ante Evaluation des Förderkonzepts Mikrosystemtechnik 2000+. Weinheim: Wiley (erscheint demnächst)

ITRS/International Technology Roadmap for semiconductors, 2003: http://public.itrs.net/Files/2003ITRS/Home2003.htmhttp://public.itrs.net/Files/2003ITRS/Home2003.htm

Manager Magazin, 2002: Wo Deutschland Spitze ist. Heft 9, S. 48-73

Mitsubishi *Research Institute: Kamei, S.*, 2002: Promoting Japanese-style Nanotechnology Enterprises; http://www.ccst.us/ccst/pubs/nano/NanotechBiblio/II.Proceedings%20&%20Presentations/Worldwide/23.JapaneseStyleNanoEnterp.pdf

Reuters, 2002: Degussa investigations into alleged price-fixing in the carbon black industry. Pressemitteilung. Online-Meldung vom 20. November 2002

Rügheimer, U.; Schiller, R., 2002: Von Zwergen und Mottenaugen – Audi zeigt Nanotechnologien auf der Hannover-Messe. Audi AG, Kommunikation Produkt und Technik, Ingolstadt

Small Times, 2002: Veeco came, saw, acquired majority of the AFM Market; http://www.smalltimes.com

Small Times, 2003: NVE gets ready to clean up when memory enters spin cycle. Meldung vom 10. März 2003; http://www.smalltimes.com

SRI, 2002: Nanoscale chemicals and materials: An overview on technology, products and applications. In: SRI Consulting Report. December 2002. Menlo Park: USA

Stevenson, R., 2003: OLEDs set to glow. e-zine chemSoc; http://www.chemsoc.org/chembytes/ezine/2003/stevenson_jan03.htm

TAB/Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, 2003: TA-Projekt Nanotechnologie Endbericht. Arbeitsbericht Nr. 92, Berlin

VDI-Nachrichten, 2003: Ausgabe vom 28.03.2003

Wacker Silicones, 2003: News; http://www.wacker.com

Wollmann, H., 2001: Politikevaluierung, Evaluierungsforschung. In: Nohlen, D. (Hrsg.): Kleines Lexikon der Politik. München: Verlag C. H. Beck oHG

Kontakt

Dr. Norbert Malanowski
Zukünftige Technologien Consulting der VDI TZ GmbH
Graf-Recke-Straße 84, 40239 Düsseldorf
Tel.: +49 (0) 211 / 62 14 - 516
Fax: +49 (0) 211 / 62 14 - 139
E-Mail: malanowski@vdi.de
Internet: http://www.zt-consulting.de

«

Nachhaltigkeitseffekte durch Herstellung und Anwendung nanotechnologischer Produkte

von Michael Steinfeldt, Institut für ökologische Wirtschaftsforschung

Mit Nanotechnologie werden gerade auch in Richtung Nachhaltigkeit große Erwartungen verbunden. In der Folge wird ein prospektiver Technologiebewertungs- und Gestaltungsansatz skizziert, die hiermit erreichten Ergebnisse vorgestellt und kritisch diskutiert. Mit nanotechnologischen Anwendungen können große Ökoeffizienzpotenziale erschlossen werden, Risikopotenziale dürfen aber auch nicht vernachlässigt werden. Die frühe Phase der Technologieentwicklung von Nanotechnologie bietet große Gestaltungspotenziale in Richtung Nachhaltigkeit.

1 Einleitung

Die Nanotechnologie wird vielfach als Basisinnovation bezeichnet, d. h. es wird erwartet, dass von ihr zahlreiche innovative Entwicklungen in den verschiedensten technologischen Bereichen und in den verschiedensten gesellschaftlichen Anwendungsfeldern und ökonomischen Branchen ausgehen.

Die weitreichenden und als potenziell machbar angesehenen Möglichkeiten der Nanotechnologien finden ihren Widerhall in z. T. extremen Bewertungen: auf der einen Seite eine radical green vision (Überwindung jeglicher Umweltbelastungen) und auf der anderen Seite die Gefahren der Unbeherrschbarkeit „der“ Nanotechnologie, insbesondere mit Blick auf langfristige Entwicklungspotenziale (vgl. Joy 2000; etc-group 2002).

Mit diesen typisierten Diskussionssträngen sind letztlich auch gesellschaftliche Kontroversen über die Entwicklungsrichtungen verbunden. Die Kontroverse betrifft dabei sowohl die ökologischen und ökonomischen, aber auch die sozialen Konsequenzen nanotechnologischer Entwicklungen und Visionen.

2 Das Projekt: „Nachhaltigkeitseffekte durch Herstellung und Anwendung nanotechnologischer Produkte“

Im Rahmen der vom BMBF geförderten „Innovations- und Technikanalyse zur Nanotechnologie“ bearbeitete das Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) in Kooperation mit der Universität Bremen sowie zwei Praxispartnern die Themenstellung „Nachhaltigkeitseffekte durch Herstellung und Anwendung nanotechnologischer Produkte“ (FKZ 16I1504). Das Projekt griff den aktuellen Stand der Stoff- und Technikbewertung auf und versuchte, ihn in Richtung einer integrierten Nachhaltigkeitsbewertung weiter zu entwickeln. Dabei lag der Fokus auf den ökologischen Chancen und Risiken dieser sich entwickelnden Technologie. Dem Projekt stellten sich zwei zentrale Fragen:

1. Wie kann es gelingen, die erwartbaren Wirkungen einer erst im Entstehen begriffenen Technologie abzuschätzen, und
2. Wie kann erfolgreich auf die nachhaltigkeitsorientierte Gestaltung der Nanotechnologie Einfluss genommen werden?

Wenn die Anwendungsfelder einer Technologie noch weitgehend offen sind und zudem mit noch unbekannten neuen Wirkungen gerechnet werden muss, bleibt als wesentliche zu untersuchende Variable die Technologie selbst. Es empfiehlt sich also eine Blickwende von den „Wirkungen“ zum „Bewirkenden“, zur Analyse und Charakterisierung der Nanotechnologie. Zum anderen wird damit zugleich die Basis gelegt für die Analyse potenzieller oder in der Entwicklung befindlicher Anwendungskontexte. Schließlich entstehen Technologien nicht naturwüchsig, vielmehr werden sie bewusst oder unbewusst im Kontext von Innovationssystemen gestaltet. Diese Gestaltungspotenziale gilt es bspw. im Kontext der Entwicklung von Leitbildern – wie z. B. „nachhaltige Nanotechnologien“ – zu nutzen.

Um der Komplexität der Aufgabenstellung gerecht zu werden, wurde im Projekt ein dreistufiger Ansatz zur prospektiven Technologiebewertung und -gestaltung von Nanotechnologie verfolgt.

1. *Ansatz – prospektiv*
   Bewertung der Nanotechnologie und ihrer Wirkungen durch eine Charakterisierung der Technologie
2. *Ansatz – prozessbegleitend*
   Bewertung von Nachhaltigkeitseffekten an konkreten Anwendungsbeispielen im Vergleich zu bestehenden Produkten und Verfahren
3. *Ansatz – gestaltend*
   Leitbilder als Steuerungs„-instrumente“ in der Technikgestaltung, Einbeziehung der kurzfristigen/langfristigen Perspektive.

3 Charakterisierung der Nanotechnologie

Jede Form der Technikfolgenabschätzung hat mit dem Prognoseproblem, mit dem Umgang mit Nichtwissen (Noch-Nicht-Wissen bzw. Nicht-Wissbarkeit) und Unsicherheit zu kämpfen. Der prospektiv orientierte Ansatz fokussiert auf die Bewertung der Nanotechnologie und ihrer Wirkungen durch eine „Charakterisierung der Technologie“ (ausführlich hierzu Gleich 2004). Die Problematik des Nichtswissens bei neuen Technologieentwicklungen bewusst und konsequent reflektierend, ermöglicht die Technologiecharakterisierung, mögliche Gefährdungspotenziale und positive Effekte „abzuleiten“ und aufzuzeigen.

Die Nanotechnologie ist in erster Linie durch die Dimension charakterisiert, in der sie sich bewegt: In der Nanowelt bewegen wir uns auf der Ebene einzelner Moleküle und Atome in der Größe eines Millionstel Millimeters. Das Besondere an dieser Dimension ist nun, dass Nanopartikel sich meist völlig anders verhalten als ihre grobkörnigeren Pendants. So führt bspw. die große spezifische Oberfläche von Nanopartikeln in der Regel zu einer Steigerung der chemischen Reaktivität bzw. der katalytischen Aktivität. Die relativ geringe Anzahl von Atomen in Nanopartikeln hebt andererseits den quasi kontinuierlichen Energiezustand der Elektronen im Festkörper auf und führt zu abweichenden optischen, elektrischen und magnetischen Eigenschaften.

Ausgehend von diesen Grundcharakteristika der Nanotechnologie können in einem nächsten Schritt mögliche positive Effekte und Potenziale bzw. mögliche und erwartbare problematische Wirkungen „abgeleitet“ werden (vgl. Tab. 1).

Aus dieser Charakterisierungsübersicht wird deutlich, dass sich derzeit viele Gefährdungspotenziale auf Grund der neuen Qualitäten von Nanopartikeln ergeben können, die besonders beim offenen Umgang mit ihnen zum Tragen kommen würden. Dieses Thema, welches auch im aktuellen Diskurs zu Risiken die höchste Priorität besitzt, wurde daher in einer vertiefenden Fallstudie gesondert bearbeitet.

Bei der Bewertung von Risikogesichtspunkten weiter gehender, teilweise weit in der Zukunft liegender Anwendungsfelder von Selbstorganisation (z. B. Kombination von Nanotechnologie und Biotechnologie, Nanotechnologie und Robotik) erlangt der Aspekt einer möglichen Selbstreproduktion eine viel stärkere Bedeutung. Mit der Fähigkeit zur Selbstreproduktion, wie sie z. B. gentechnisch veränderte Organismen besitzen, dürften auf jeden Fall neuartige Risikodimensionen bezüglich Gesundheits- und Umweltgefährdungen eröffnet werden, während das für reine Selbstorganisationsprinzipien weniger gilt. Solange sich die Nanotechnologie auf den Umgang mit Molekülen beschränkt, dürfte ein solcher Schritt von der Selbstorganisation von Molekülen zur Selbstreproduktion und Vervielfältigung von Robotern oder Organismen – wenn er denn nicht bewusst angestrebt wird – eher unwahrscheinlich sein. Auf der Grundlage einer Verschmelzung der Nanotechnologie mit der gentechnologischen Manipulation von zur Selbstreproduktion fähigen Organismen könnte ein solcher Schritt allerdings realisierbar werden.

Neben dieser Charakterisierung der Nanotechnologie auf Technologieebene wurden in einem nächsten Schritt die bisher relevanten nanotechnologischen Herstellungsverfahren (Gasphasenabscheidung, Flammenverfahren, Sol-Gel-Verfahren, Fällung, Molekulares Prägen, Lithographie, Selbstorganisation) hinsichtlich ihres technologischen und damit in Verbindung stehenden energetischen Aufwandes sowie hinsichtlich ihrer Risikopotenziale für die Freisetzung von Nanopartikeln qualitativ bewertet.

Tab. 1: Nanoqualitäten und dadurch erwartbare positive ökologische Effekte und Potenziale bzw. problematische Wirkungen

Nanoqualität		+ Positive ökologische Effekte und Potenziale/ - Probleme und Gefährdungspotenziale	Bewertungsansätze
Kleinheit und Mobilität der Partikel	+	Gezielte Nutzung für ressourcen-/ökoeffiziente Technik	Ökobilanz, Ausbreitungs- und Expositionsmodelle, (öko-)toxikologische Prüfung, Tierversuche, Epidemiologie
	-	Lungen- bzw. alveolengängig Durchgang durch Zellmembranen, Blut-Hirn-Schranke Mobilität, Persistenz und Löslichkeit als Indizien für Bioakkumulation und Umweltgefährdung	
Definiertheit, Korn-/ Schichtgrößen, Reinheit	+	Gezielte Nutzung für ressourcen- / ökoeffiziente Technik	Ökobilanz, Entropiebilanz, Frage nach ‚ökologischer Amortisierung'
	-	Erhöhter Herstellungsaufwand, höhere Stoff- und Energieströme, erhöhter Ressourcenverbrauch	
Stoffqualität	+	Möglicher Ersatz gesundheits- und umweltgefährdender Stoffe	Toxikologie, Ökotoxikologie, Verhältnis zwischen ‚natürlichen' und ‚anthropogenen' Stoffumsätzen
	-	Gesundheits- und Umweltgefährdung durch problematische (seltene) Elemente oder Stoffgruppen im umweltoffenen Einsatz	
Adhäsion, Kohäsion, Agglomeration	+	‚Eigensicherheit' durch Tendenz zur Adhäsions-, Kohäsions- und Agglomeration von Nanopartikeln	Ausbreitungs- und Expositionsmodelle, (öko-)toxikologische Prüfung, Tierversuche, Epidemiologie, Atmosphärenchemie, Risikoanalyse
	-	Verhalten ‚freigesetzter' Nanopartikel oder Nanofasern in der Umwelt, Mobilisierende und einschleusende Wirkung von Nanopartikeln auf Toxine oder Schwermetalle (Huckepack)	
Neue chemische Effekte, verändertes Verhalten	+	Nutzung des veränderten Verhaltens für ressourcen-/ökoeffiziente Technik, z. B. Nutzung der katalytischen Wirkungen für effizientere chemische Prozesse oder im Umweltbereich	Ökobilanz, Ausbreitungs- und Expositionsmodelle, (öko-)toxikologische Prüfung, z. B. auch auf Allergie/Sensibilisierung, Tierversuche, Epidemiologie, Atmosphärenchemie, Risikoanalyse
	-	Veränderungen bei: Löslichkeit, Reaktivität, Selektivität, katalytische Wirkung, photokatalytische Wirkung, Temperaturabhängigkeit von Phasenübergängen lassen überraschende technische, chemische, toxische und ökotoxische Effekte erwarten	
Neue physikalische Effekte, verändertes optisches, elektrisches, magnetisches Verhalten	+	Gezielte Nutzung der Effekte bzw. veränderten Eigenschaften für ressourcen-/ökoeffiziente Technik, z. B. GMR-Effekt, Tyndell-Effekt, Quanten-Effekte, Tunneleffekt	Ökobilanz, Für technische Systeme: FMEA, Fehlerbaumanalyse
	-	Meist auf hochreine und hochdefinierte ‚technische Umgebungen' angewiesen. Dort sind (bei Nichteinhaltung) Überraschungen erwartbar (technisches Versagen).	
Selbstorganisation	+	Gezielte Nutzung für ressourcen-/ökoeffiziente und konsistente Technik	Risikoanalyse, Eingriffstiefe, Ökobilanz, Umweltverträglichkeitsprüfung, Szenariotechnik
	-	Gefahr unkontrollierter Entwicklungen,	

4 Bewertung konkreter Anwendungskontexte – Ökobilanzierung

Aufbauend auf dieser Charakterisierung der Nanotechnologie und ihrer bisherigen Herstellungsverfahren verfolgte der prozessbegleitende Bewertungsansatz die Ermittlung von Nachhaltigkeitseffekten an konkreten Anwendungsbeispielen im Vergleich zu bestehenden Produkten und Verfahren, wobei der Fokus auf die ökologischen Chancen und Risiken gerichtet war.

Als Bewertungsansatz orientierten sich die erstellten ökologischen Profilbetrachtungen an der Methodik der Ökobilanzierung. Die Ökobilanz ist die am weitesten entwickelte und normierte Methode zur Abschätzung der mit einem Produkt verbundenen Umweltaspekte und produktspezifischen potenziellen Umweltwirkungen. Ein Vorteil besteht darin, dass durch die Ökobilanz die Analyse von Ökoeffizienzpotenzialen im Vergleich zu bestehenden Anwendungen möglich ist. Auf der anderen Seite besitzt die Ökobilanzmethode Defizite; so existieren bisher nicht für alle Wirkungskategorien allgemein akzeptierte Wirkungsmodelle. Dies muss insbesondere für die relevanten Kategorien Humantoxizität und Ökotoxizität festgestellt werden. So geht die Berücksichtigung der Belastung durch Feinstäube (PM10-Risiko thematisiert ein mögliches Toxizitätspotenzial durch Partikel < 10 µm) in Ökobilanzen bei Nanotechnologieanwendungen allein schon größenordnungsmäßig am Ziel vorbei. Außerdem werden in Ökobilanzen Risiken sowie die Wirkmächtigkeit von Anwendungen nicht betrachtet. Ein umfassendes Methodenset müsste derartige Analysen mit beinhalten.

Im Projekt wurde mit dieser Ambivalenz dahingehend umgegangen, dass bei der Auswahl der konkreten Anwendungskontexte bewusst Schwerpunkte gesetzt wurden. Aus dem Spektrum an nanotechnologischen Anwendungen wurden einerseits vier Fallbeispiele mit potenziell erwartbaren Ökoeffizienzpotenzialen gezielt auf Grundlage einer Sichtung und qualitativen Bewertung ausgewählt. Zudem wurden mögliche Risiko- und Gefährdungspotenziale nanotechnologischer Anwendungen fokussiert am Thema Nanopartikel analysiert und diskutiert (vgl. Tab. 2).

Tab. 2: Übersicht der untersuchten Fallstudien

Anwendungskontexte	*Zielstellung*
Ökoeffiziente Nanolacke	Darstellung des Ökoeffizienzpotenzials von Nanobeschichtungen in Form eines vergleichenden Ökoprofils (Nanolack auf Basis der Sol-Gel-Technologie im Vergleich zu Wasserlack, Lösemittellacken und Pulverlack)
Nanotechnologische Prozessinnovation der Styrolsynthese	Darstellung des Ökoeffizienzpotenzials von Nanotechnologie in einer katalytischen Anwendung in Form eines vergleichenden Ökoprofils (Nanotube-Katalysator im Vergleich zu Katalysator auf Eisenoxidbasis)
Nanoinnovationen im Displaybereich	Abschätzung möglicher Ökoeffizienzpotenziale der Displayinnovationen durch qualitativen Vergleich (OLED – Organic Light Emitter Display und Nanoröhren-Feldemitterdisplays im Vergleich zu Kathodenstrahlröhre, Flüssigkristallbildschirm und Plasmabildschirm)
Nanoanwendungen im Lichtbereich	Darstellung des Ökoeffizienzpotenzials von Nanoanwendungen im Lichtbereich in Form eines vergleichenden Ökoprofils (Weiße LED und Quanten Dots im Vergleich zu Glühlampe und Kompaktleuchtstofflampe)
Risikopotenziale nanotechnologischer Anwendungen	Exemplarische Diskussion möglicher Risiko- und Gefährdungspotenziale unter anderem am Beispiel Titandioxid, weniger Betrachtung der Umweltauswirkungen

Im Ergebnis der ökobilanziellen Vergleiche ist festzuhalten, dass nanotechnologische Anwendungen nicht per se mit hohen ökologischen Entlastungspotenzialen verbunden sind. Gleichwohl konnten für die Mehrzahl der gezielt ausgewählten Anwendungskontexte hohe Ökoeffizienzpotenziale mit der gewählten Methode der vergleichenden Betrachtung von Funktionalitäten ermittelt werden.

Die Belastbarkeit der ermittelten Zahlen ist natürlich abhängig von der vorliegenden Qualität und Verfügbarkeit der Stoff- und Energiedaten für die einzelnen Anwendungen. Für noch in Entwicklung befindliche Nanoinnovationen sind

nur schwer quantitative Aussagen für den Herstellungsaufwand zu treffen, wohingegen Aussagen für die Gebrauchsphase (meist zum Energieeinsparpotenzial) oft abschätzbar sind.

Im Bereich Beschichtungen von Aluminiumoberflächen konnte an Hand eines schon einsetzbaren Nanolackes eindrucksvoll gezeigt werden, dass durch den Einsatz von nanotechnologiebasierten Beschichtungen bei allen betrachteten Emissionen und Umweltwirkungen sehr hohe Ökoeffizienzpotenziale bestehen. Durch die geringe notwendige Beschichtungsdicke bei gleicher Funktionalität wird eine um den Faktor fünf höhere Ressourceneffizienz erreicht; Vorteile aus der Gebrauchsphase sind insbesondere im Transportsektor im Zuge des Leichtbautrends zu erwarten. Auch im Rahmen der Fallstudie Nanotechnologische Prozessinnovation der Styrolsynthese konnte aufgezeigt werden, dass durch den Einsatz eines nanostrukturierten Katalysators auf Basis von Nanotubes für den chemischen Prozess der Styrolsynthese auf der Prozessebene eine sehr hohe Energieeffizienzsteigerung erreichbar ist, die im Bereich von fast 50 % liegen könnte. Bezogen auf den gesamten Produktlebensweg bis zum Styrol würde dies eine Effizienzsteigerung beim Energiebedarf von ca. 8-9 % bedeuten.

In der Fallstudie Nanoinnovationen im Displaybereich war es schwerer, auf Basis der vorliegenden Daten konkrete Abschätzungen zu möglichen Ökoeffizienzpotenzialen zu formulieren, wobei auch hier sehr viel für Steigerungen der Material- und Energieeffizienz spricht. Z. B. würden sich OLEDs nach Überwindung der Probleme mit der Langzeitstabilität der organischen Leuchtstoffe gegenüber den vorherrschenden LCDs durch geringeren Herstellungsaufwand auszeichnen. Außerdem wird für die Gebrauchsphase eine um den Faktor 2 bessere Energieeffizienz erwartet. Über den gesamten Lebensweg erscheint damit eine 20 %ige Energieeinsparung gegenüber LCD möglich.

Zentraler Maßstab für die ökologische Beurteilung von Lichtquellen für Beleuchtungszwecke sind der Energieverbrauch in der Gebrauchsphase und die damit verbundenen Emissionen. Hierbei zeigte sich, dass die heutige Weiße LED zwar gegenüber der klassischen Glühlampe besser abschneidet, aber im Vergleich zur Energiesparlampe um den Faktor 3 im Nachteil ist. Erst weiterentwickelte nanotechnologiebasierte Produkte mit bedeutend höheren Lichtausbeuten werden mit anderen energiesparenden Lichtquellen in Konkurrenz treten können.

Für viele Bereiche sind aber recht eindeutige positive Aussagen hinsichtlich erwartbarer Ökoeffizienzpotenziale möglich. Die begleitende und prospektive Ökobilanzierung stellt ein durchaus brauchbares Instrument dar, um wesentliche Aspekte „nachhaltiger“ Technologieentwicklung zu identifizieren.

In der Fallstudie Risikopotenziale nanotechnologischer Anwendungen lag der Fokus auf den Wirkungen von Nanopartikeln und damit auf der Analyse und Diskussion potenzieller Risiken insbesondere durch Nanopartikel. Das Verhalten von Nanopartikeln unterscheidet sich von Materie auf der Makro-Ebene (vgl. Kap. 3: Charakterisierung der Technologie). Die analysierten Studien verweisen einerseits auf z. T. überraschendes Verhalten, andererseits geben sie Hinweise auf toxische Wirkungen von Nanopartikeln auf die Umwelt und menschliche Gesundheit. Besondere Bedeutung in Bezug auf toxische Wirkungen kommen in den Studien den Nanotubes und Buckyballs zu.

Alle bisher produzierten wissenschaftlichen Erkenntnisse sind aber vorläufig, teilweise widersprüchlich und beziehen sich nur auf einen Bruchteil von möglichen Effekten. Gleichzeitig scheint die Übertragbarkeit des bisher gewonnenen Wissens gering, verallgemeinerbare Aussagen und Klassifikationen zur Toxizität von Nanopartikeln können derzeit nicht getroffen werden.

Im Hinblick auf Toxizität und dem Verhalten von Nanopartikeln in der Umwelt besteht somit ein erheblicher Forschungsbedarf. Unter Berücksichtigung der Produktionsverfahren und der meisten Anwendungen erscheint *aus heutiger Sicht* das Problem der Nanopartikel begrenzt zu sein, da einerseits die Produktionsverfahren zumeist in wässrigen Lösungen oder in geschlossenen Systemen stattfinden. In einer Vielzahl von Produkten sind Nanopartikel fest eingebunden und stellen damit vermutlich kein Problem dar. Über den gesamten Lebenszyklus bestehen gleichwohl große Wissenslücken.

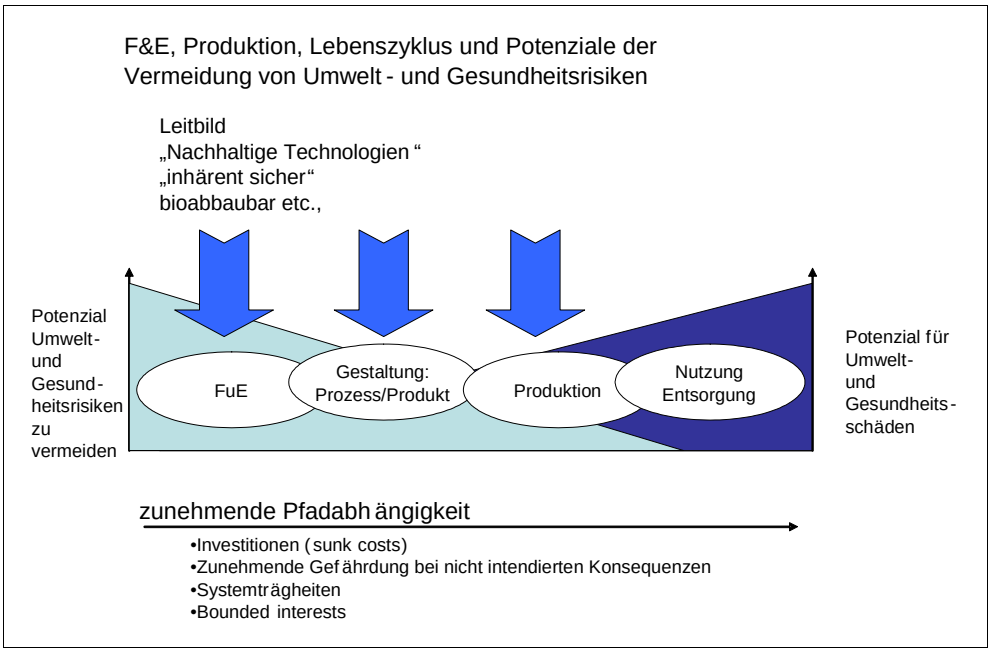
5 Gestaltende Ansätze für eine nachhaltige Nanotechnologie

Technologieentwicklung ist nicht oder doch nur sehr begrenzt durch politische Interventionen steuerbar, vielmehr ergibt sich aus dem Zusammenwirken unterschiedlichster Akteure eine Pfadentwicklung der Technologie, die gestaltend begleitet werden kann. Die Bedeutung der frühzeitigen Identifikation adverser Effekte auf Umwelt- und Gesundheit wird durch die folgende Graphik dargestellt (vgl. Abb. 1).

Möglichkeit, potenzielle Umwelt- und Gesundheitsrisiken zu vermeiden.

Die Phase der Gestaltung von Produktionsprozessen und Produkten ist bereits in dem Sinne präformiert, als sie die FuE zur Grundlage ihrer Entwicklung haben. Die Prozess- und Produktgestaltung hat gleichwohl noch relativ viele Freiheitsgrade, die entscheidend für den Aspekt der „Eigensicherheit“ und die Belastungen in den Folgephasen sind. Die Gestaltungsoptionen sind begrenzter, gleichwohl in großem Umfang noch vorhanden.

Abb. 1: Zeitfenster der Gestaltung im Lebenszyklus



Quelle: Haum et al. 2004

Die Graphik verdeutlicht, dass entlang des gesamten Prozesses von der Grundlagenforschung über die angewandte Forschung, der Gestaltungs-, Nutzungs- und Entsorgungsphase phasentypische Vorsorgeoptionen entwickelt und generiert werden können und müssen, die jeweils auch als Folgenforschung charakterisiert werden können. In den unterschiedlichen Phasen sind jeweils unterschiedliche Akteure (mit-)verantwortlich. Dies kann bereits in der Phase der Grundlagenforschung beginnen (Wissenschaftsfolgenforschung), deren Ergebnisse in der Folge zu Forschungs- und Entwicklungsbemühungen im Bereich der angewandten Forschung führen. Nach unserer Auffassung besteht in diesen Phasen die größte

Die Gestaltungsoptionen im Produktionsprozess und während der Nutzung bis schließlich der Entsorgung nehmen deutlich ab, in der Regel können zu diesem Zeitpunkt alleine additive Maßnahmen noch greifen, indem bspw. die Prozesse und Produkte im Sinne der Sicherheitsdatenblätter gehandhabt werden.

Neben der wissenschaftlichen und technischen Pfadgestaltung ist zudem der Aspekt von Bedeutung, der von den getätigten Investitionen und von dem gebundenen Know-how und Wissen ausgeht – auch hier sind Pfadverfestigungen im Zeitablauf festzustellen. Bspw. hängt die Ausgestaltung dieser Pfade auch von Leitbildern ab. Leitbilder können eine Steuerungswirkung entfalten und zur Richtungssicherheit der Innovationen beitragen. Drei konkrete Leitbilder

einer nachhaltigen Nanotechnologie mit unterschiedlichen Reichweiten wurden im Projekt entwickelt: „Ressourceneffiziente Nanotechnologie“, „Konsistente und eigensichere Nanotechnologie“ sowie das langfristig orientierte Leitbild „Nanobionik“ (ausführlich hierzu Gleich 2004). Weitere Gestaltungsansätze und -instrumente wurden skizziert:

- Nachhaltiges Nanodesign in Forschung und Entwicklung
- Integration von Sicherheits-, Gesundheits- und Umweltschutzaspekten in das Wertschöpfungsketten übergreifende Qualitätsmanagement
- Staatliche Regulierungsansätze.

Darüber hinaus wurde auf die Wichtigkeit eines Prozesses der weiteren Technologiebegleitung und -gestaltung der Nanotechnologie verwiesen und einzelne Verfahrensvorschläge in Anlehnung an Konzepten wie Constructive Technology Assessment (CTA) (Rip et al. 1995) und real-time TA (Guston und Sarewitz 2001) erarbeitet.

6 Fazit und Handlungsbedarfe

Die dreistufige Vorgehensweise im Rahmen des Projektes konnte durch den Ansatz der Charakterisierung der Technologie wesentliche potenzielle Problembereiche von Nanotechnologien identifizieren, durch die Ökobilanzierung konnten mögliche Effizienzpotenziale der Anwendung der Nanotechnologien aufgezeigt werden, schließlich wurden Ansätze der weiteren Gestaltung aufgezeigt. Wesentliche Schlussfolgerungen, die aus der Studie gezogen werden konnten, sind, dass schon heute von Nanopartikeln in offenen Anwendungen ein nicht zu vernachlässigendes Risikopotenzial ausgeht. Die Ergebnisse der Ökobilanzierung zeigen, dass deutliche Umweltentlastungspotenziale erschlossen werden können, dies gilt aber nicht durchgehend in allen Anwendungsbereichen. Die begleitende Ökobilanzierung kann sich damit als ein wichtiges Instrument der nachhaltigkeitsorientierten Gestaltung bewähren. Schließlich ist darauf zu verweisen, dass den leitbildorientierten Gestaltungsansätzen, nicht zuletzt aufgrund der Erkenntnisse der ersten beiden Ansätze, eine wichtige Rolle für die weitere Technologieentwicklung in Richtung Nachhaltigkeit zukommt.

Bezogen auf die Bewertung von Risiken von Nanotechnologie besteht Forschungsbedarf bzgl.

- toxikologischer und ökotoxikologischer Untersuchungen,
- des Verhaltens der Nanopartikel in der Umwelt und deren Systematisierung,
- integrierter Untersuchungsprogramme.

Über die im Projekt untersuchten Fälle hinaus, die sich sehr stark auf anorganische Anwendungskontexte fokussierten, besteht insbesondere weiterer Forschungsbedarf

- im Bereich der Anwendungsfelder von Selbstorganisation im Hinblick auf die zu erwartenden Ökoeffizienzpotenziale,
- im Bereich der weiter gehenden Anwendungsfelder von Selbstorganisation (z. B. Kombination von Nanotechnologie und Biotechnologie, Nanotechnologie und Robotik) im Hinblick auf potenzielle Risiken (Frage des schleichenden Übergangs von Selbstorganisation zur Selbstreproduktion).

Darüber hinaus würden Ökoprofilbetrachtungen von nanotechnologischen Anwendungen wesentlich erleichtert, wenn Ökobilanzdaten für die relevanten Herstellungsverfahren öffentlich bereitstehen würden. Untersuchungen dazu liegen nicht vor und waren im Rahmen dieser Studie auch nicht möglich.

Die weitere Begleitung der Prozesse der Technologieentwicklung erscheint erforderlich, zum einen aus Gründen der Analyse potenzieller Risiken und der Auslotung von Chancen und zum anderen nicht zuletzt aufgrund der der Nanotechnologie zugeschriebenen ökonomischen und gesellschaftlichen Veränderungspotenziale.

Auf der instrumentellen Ebene erscheinen die bekannten Kommunikationsinstrumente im Grundsatz geeignet zu sein, um Handlungsorientierungen gerade auch für kleine und mittlere Unternehmen zu generieren (Leitfäden, Gestaltungsorientierungen etc.).

- Die frühe Phase der Technologieentwicklung bietet im Grundsatz große Gestaltungspotenziale in Richtung Nachhaltigkeit – diese müssen erschlossen werden. Leitbildentwicklung in gestaltender Absicht bietet sich an. Nanobionikprojekte zur Ausgestaltung des gleichnamigen Leitbildes sind zu fördern.

- Begleitende und gestaltungsorientierte Prozesse müssen vorangebracht werden (bspw. via CTA oder real-time TA). Offene Kommunikationsprozesse sind empfehlenswert, in die Wissenschaft, Unternehmen und zivilgesellschaftliche Organisationen einbezogen sind. Nanotechnologische *road-maps* können ein geeignetes Integrations- und Orientierungsinstrument sein. Begleitende Ökobilanzierungen als Orientierungshilfe sollten weiter realisiert werden und in den Prozess zurück gespiegelt werden.
- Unternehmen haben eine wesentliche Gestaltungskraft, die verantwortungsvoll genutzt werden muss. Wertschöpfungsübergreifende integrierte Management- und Kommunikationskonzepte sind nanotechnologiebezogen zu entwickeln. Leitfäden für nachhaltiges Nanodesign gerade auch für kleine und mittlere Unternehmen sind zu entwickeln.

Literatur

etc-group, 2002: Communiqué: No Small Matter! Nanotech Particles Penetrate Living Cells and Accumulate in Animal Organs. Issue 76. May/June 2002; http://www.etcgroup.org/article.asp?newsid=356, Zugriffsdatum: 19.03.2004

Gleich, A. v., 2004: Leitbildorientierte Technikgestaltung – Nanotechnologie zwischen Vision und Wirklichkeit. In: Böschen, S.; Schneider, M.; Lerf, A. (Hrsg.): Handeln trotz Nichtwissen. Vom Umgang mit Chaos und Risiko in Politik, Industrie und Wissenschaft. Frankfurt a.M., New York: Campus-Verlag (erscheint demnächst)

Guston, D.H.; Sarewitz, D., 2001: Real-Time Technology Assessment. In: Technology in Society. 23 (4), S. 98-118

Haum, R.; Petschow, U.; Steinfeldt, M.; Gleich, A. v., 2004: Nanotechnology and Regulation within the framework of the Precautionary Principle. Schriftenreihe des IÖW 173/04. Berlin: Eigenverlag

Joy, B., 2000: Why the future doesn't need us: In: Wired Magazine; http://www.wired.com/wired/archive/8.04/joy_pr.html, Zugriffsdatum: 19.03.2004

Steinfeldt, M., 2003: Nanotechnologie: Bewertungskriterien und Gestaltungsansatz. Die Nachhaltigkeit der kleinsten Dinge. In: Ökologisches Wirtschaften Heft Nr. 6, S. 20-21

Rip, A.; Misa, T.J.; Schot, J.W. (Hrsg.), 1995: Managing Technology in Society. The Approach of Constructive Technology Assessment. London: Continuum Intl Pub Group

Kontakt

Dipl.-Ing. Michael Steinfeldt
Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) gGmbH
(Institute for Ecological Economy Research)
Potsdamer Str. 105, 10785 Berlin
Tel.: +49 (0) 30 / 88 45 94 - 18
Fax: +49 (0) 30 / 882 54 39
E-Mail: michael.steinfeldt@ioew.de
Internet: http://www.ioew.de/

«

Ergebnisse der Technologie-vorschau „Nanotechnologie pro Gesundheit“ 2003

von Robert Farkas und Christoph Monfeld, Aachener Kompetenzzentrum Medizintechnik – AKM

Im Rahmen einer vom BMBF geförderten „Innovations- und Technikanalyse zur Nanotechnologie“ hat ein Konsortium von fünf Instituten unter Federführung des Aachener Kompetenzzentrums Medizintechnik (AKM) eine Teilsstudie zum Themenfeld Gesundheit durchgeführt. In diesem Beitrag werden die Methodik sowie die wichtigsten Ergebnisse dieser Studie vorgestellt. Im Mittelpunkt steht hierbei die Technologievorschau für den medizinischen Bereich und die sozial-ethischen Aspekte der zu erwartenden Entwicklungen.

1 Einleitung

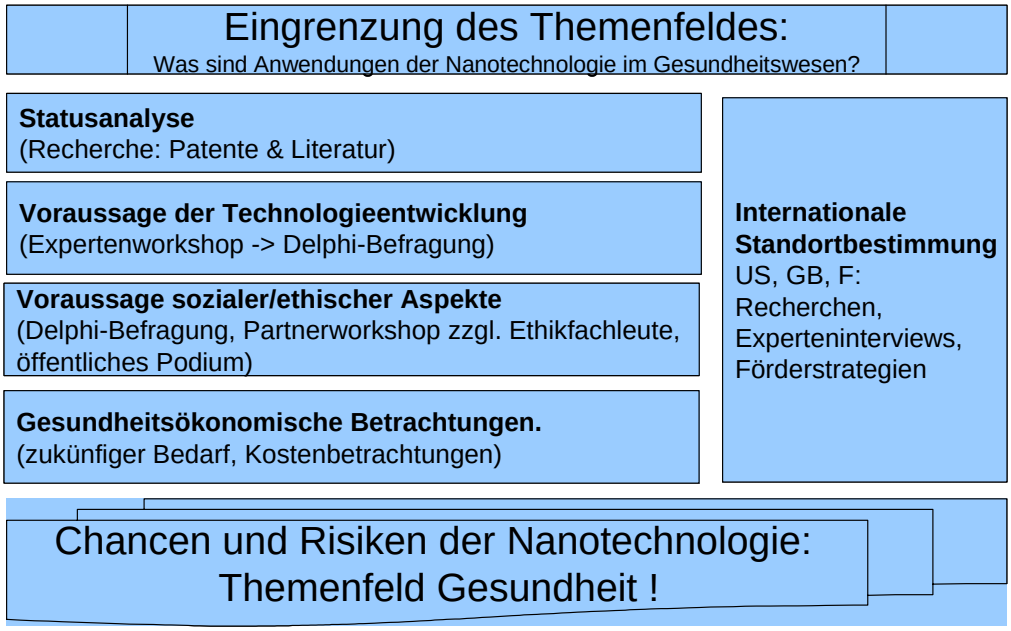
Das Gesundheitswesen gilt als eines der vielversprechendsten Anwendungsgebiete der Nanotechnologie, eine der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts.

Aus Sicht des Bundesforschungsministeriums BMBF besteht dabei Klärungsbedarf u. a. zu folgenden Fragen: Welche Anwendungen und Innovationen sind im Gesundheitswesen von der Nanotechnologie zukünftig zu erwarten? Wie stellt sich der aktuelle Stand in Forschung, Entwicklung und Industrie dar? Welche möglichen Folgeprobleme, auch mit Blick auf ethisch-soziale Aspekte gilt es ggf. zu bedenken? Wie werden sich die Gesundheitsausgaben durch nanotechnologische Innovationen verändern? Was kann getan werden, um das Themenfeld in Zukunft erfolgreich zu gestalten?

Mit der Bearbeitung dieser Fragen hat das BMBF im Herbst 2002 ein Konsortium unter Führung des Aachener Kompetenzzentrum Medizintechnik – AKM und der Aachener Gesellschaft für Innovation und Technologietransfer (AGIT) beauftragt. Gemeinsam mit den Fraunhofer Instituten für Lasertechnik (FhG-ILT) und für Molekularbiologie (FhG-IME) sowie dem Institut für Gesundheits- und Sozialforschung IGES wurde das Innovationsfeld „Nanotechnologie und Gesundheit“ in einer mehrstufigen Vorgehensweise beleuchtet (vgl. Abb. 1).

Allen Elementen der Vorgehensweise liegt ein gemeinschaftliches Themenverständnis zugrunde. In ausdrücklicher Abgrenzung von möglichem Missbrauch (z. B. als Kampfstoff) umschreibt „Nanotechnologie pro Gesundheit“ folgendes:

Abb. 1: Überblick zu den Hauptelementen der Vorgehensweise



„'Nanotechnologie pro Gesundheit' umfasst medizinische Anwendungen und gesundheitliche Auswirkungen von Nanotechnologien in Diagnose, Therapie, Prävention unter Berücksichtigung möglicher Nebenwirkungen. Gegenstand der Nanotechnologie ist dabei die Erforschung, Herstellung und Anwendung von Systemen, deren funktionale Einheiten Ausdehnungen unter 100 nm aufweisen."

Im Mittelpunkt der hier folgenden Ausführungen soll nur die Voraussage der Technologieentwicklung und korrespondierender sozialethischer Aspekte stehen.

2 Technologievorschau

Die Voraussage der Technologieentwicklung wurde nach der Delphi-Methode konzipiert und durchgeführt. Die bundesweit identifizierten Experten gaben ihre Einschätzung anhand eines partizipativ entwickelten Fragebogens ab (vgl. Abb. 2), der aus

- 49 Zukunftsvisionen über mögliche Anwendungen der Nanotechnologie im Gesundheitssektor,
- 36 Maßnahmevorschlägen zur verantwortlichen Weiterentwicklung des Themenfeldes, und
- einem soziometrischen Datenblatt

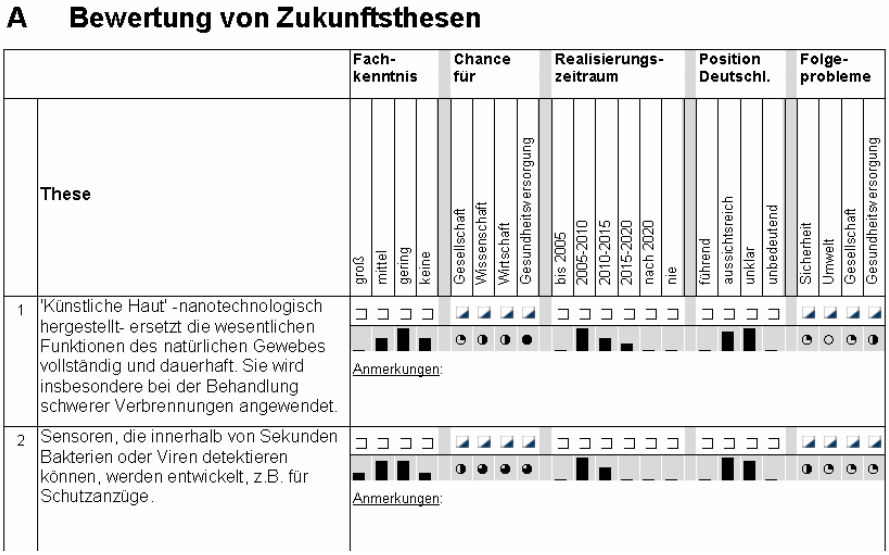
bestand.

Für die Bearbeitung der verschiedenen Aspekte zu den Thesen und Vorschlägen waren mehrstufige Antwortskalen vorgegeben, die in der Gestaltung an den DELPHI'98 (Cuhls et al. 1998a) angelehnt wurden. Hinsichtlich der Zukunftsvisionen ging es dabei - ausgehend von der Einstufung der eigenen Fachkompetenz – um den zu erwartenden Zeitraum der Verwirklichung, die Position Deutschlands im internationalen Kontext sowie die besonderen Entwicklungschancen und möglichen Folgeprobleme für die Gesellschaft, Wirtschaft, Wissenschaft, Gesundheitsversorgung, Sicherheit und Umwelt.

Für die Maßnahmevorschläge standen die Fragen nach Eignung und Wirkungszeitraum im Mittelpunkt.

Die Erhebung wurde im Frühjahr/Sommer 2003 als Wiederholungsbefragung in zwei Runden durchgeführt. Der Rücklauf in den beiden Hauptrunden betrug 112 (20,4 %, 1. Runde) bzw. 68 (60,7 %, 2. Runde.) Antwortbögen. Die Respondenten waren überwiegend männlich mit einem Schwerpunkt in der Altersklasse von 30-39 Jahren und arbeiten zu je einem Drittel in Universitäten und Unternehmen. Ihre inhaltlichen Arbeitsprioritäten sind ausgesprochen weit gefächert. Besonders häufig wird „Sensorik…", sowie „Nanomaterialien und -partikel" angegeben. Fachleute mit dem Hauptarbeitsgebiet „ethische Folgen…" haben nicht geantwortet.

Abb. 2: Ausschnitt aus dem Delphi-Fragebogen in der 2. Runde



Ein regionales Zentrum gemessen am Rücklauf ließ sich im Postleit-Gebiet 1 (Berlin, Mecklenburg-Vorpommern) ausmachen.

Zusätzlich zur Befragung wurden ethisch-soziale Aspekte in einem gesonderten Workshop vertiefend bearbeitet.

2.1 Zukunftsthesen

Zu jeder Zukunftsthese wurden die Befragten aufgefordert, ihre persönliche Fachkompetenz bzgl. des angesprochenen Sachverhaltes auf einer vierstufigen Skala einzuschätzen. In 30 % der Fälle lautete die Selbsteinschätzung „keine Fachkenntnis“. In Anbetracht der Vorgabe eines „Experten“-Delphi werden die weiteren Angaben (auf Ebene der Thesen) bei dieser Selbsteinstufung nicht weiter berücksichtigt.

Etwa 10 % der Experten arbeiten aktuell selbst im Themengebiet, 25-30 % lesen Primärliteratur und ca. 60 % lesen Sekundärliteratur bzw. sind im Austausch mit Fachleuten – ein Profil, das insgesamt mit dem Expertenprofil des Delphi’98 übereinstimmt. Analog zur damaligen Befragung wurde auch bei der vorliegenden Untersuchung beobachtet, dass die Zahl der antwortenden Fachleute mit selbst eingeschätzt großer Sachkenntnis von der ersten zur zweiten Runde abnahm.

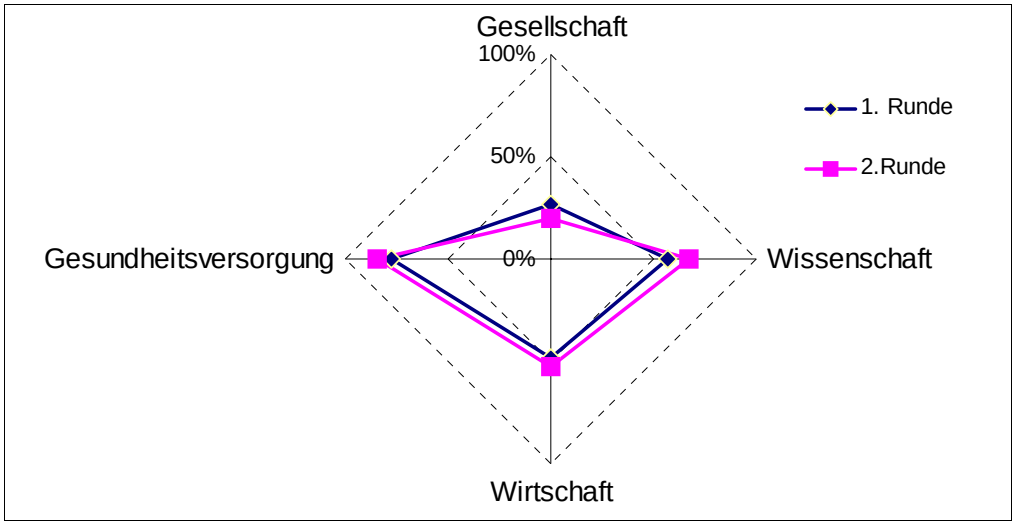
Gesamteinschätzung Nanotechnologie als Chance

Von der Nanotechnologie werden in erster Linie große Entwicklungsimpulse für die Gesundheitsversorgung und die Wissenschaft erwartet. Die Chancen für die Wirtschaft werden etwas zurückhaltender beurteilt, für die Gesellschaft sieht die Mehrheit der Experten kaum spezifische Potenziale (vgl. Abb. 3).

In der Detailanalyse einzelner Zukunftsthesen wird der „Abstimmung internationaler Zulassungsregularien“ herausragende Bedeutung sowohl für die Wirtschaft als auch die Gesundheitsversorgung zugesprochen. Wirtschaftliche Entwicklungsimpulse werden insbesondere den Verfahren der *in vitro*-Diagnostik zugeschrieben, die aufgrund ihres pharmakologischen Charakters große, globale Märkte in der Medikamentenentwicklung und -versorgung besetzen könnten.

Der Kampf gegen die „Volkskrankheit“ Krebs durch gezielte Verabreichung Zytostatika-beladener Nanopartikel verspricht in der Expertenmeinung größte Fortschritte in der Gesundheitsversorgung. Wissenschaftliche Entwicklungspotenziale werden dieser Zukunftsvision nicht (mehr) in diesem Maße zugeschrieben. Dazu liegen heute schon zu zahlreich Forschungsergebnisse (bis hin zur klinischen Erprobung und Anwendung) vor, so dass die

Abb. 3: Entwicklungschancen durch die Umsetzung der Nanotechnologie in der Medizin. Einschätzung der Experten in der 1. und 2. Hauptrunde der Delphi-Erhebung



Experten die Frage der Machbarkeit möglicherweise schon als beantwortet ansehen.

Neben den überwiegend technologischen Zukunftsvisionen taucht die „Nanomedizin als Studienfach“ als herausragender Potenzialträger für die Entwicklung der Wissenschaft auf:

> „Die ‚Nanomedizin’ als Brücke zwischen Natur-, Ingenieurwissenschaften und der Medizin wird als eigenständiges Studienfach an ausgewählten deutschen Universitätsstandorten eingerichtet.“ (These 26 des Delphi-Fragebogens, 78 % Zustimmung zu ‚Chance für die Wissenschaft’)

Dies korrespondiert mit der Expertenmeinung zur besonderen Eignung jener Maßnahmevorschläge, deren Ziel die Förderung interdisziplinärer Arbeitsgruppen und fächerübergreifender Ausbildungen ist.

Realisierungserwartungen

„Was wird uns die Zukunft wann bringen?“ „Mit welchen Entwicklungen müssen wir rechnen, mit welchen eher nicht?“ Die Antworten auf diese Fragen bilden stets den Kern einer Technologievorschau. So auch in der vorliegenden Studie, wobei die nanotechnologischen Entwicklungen „pro Gesundheit“ im Mittelpunkt stehen. Die befragten Experten hatten sich für jede Zukunftsthese zwischen vorgegebenen 5-Jahres-Zeiträumen von 2005-2020, der Zeit nach 2020 oder der Ablehnung einer Realisierungschance zu entscheiden (vgl. Abb. 4).

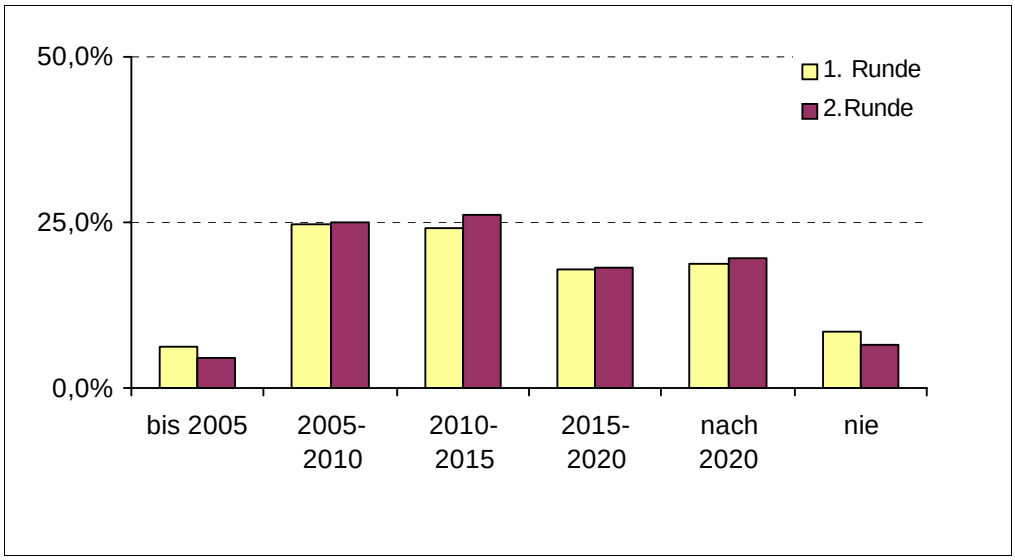
Die Zukunft - nach der allgemeinen Einschätzung der befragten Experten – wird insbesondere im Zeitraum zwischen 2005 und 2015 zahlreiche Umsetzungen nanotechnologischer Zukunftsvisionen in der Medizin bringen. Der „Innovationsschub aus dem Nanokosmos“ (Bachmann 1998) wird für die Medizin in den kommenden 10-12 Jahren seine Dynamik entfalten, also schon in relativ naher Zukunft. Diese Gruppenmeinung der Experten bleibt über beide Befragungsrunden der Delphi-Erhebung sehr konstant.

In der folgenden Detaillierung des o. a. Trends wird jeweils der 5-Jahres-Zeitraum betrachtet, bis zu dem zusammengenommen mehr als 50 % der Experten (der 1. Hauptrunde) die Realisierung als gegeben annehmen[1].

Die Zukunft im Zeitraum 2005-2010

Die Hautkrebsvorbeugung mit nanopartikulären Sonnencremes, die es teilweise heute schon gibt, wird generell angewendet. In der medizinischen Diagnostik gehören nanobasierte Kontrastmittel in der Bildgebung zum alltäglichen Standard und in den Laboren sind erste Prototypen von Chips entwickelt, mit deren Hilfe

Abb. 4: Durchschnittliche Gesamteinschätzung der Experten zu den Realisierungszeiträumen der nanotechnologischen Zukunftsthesen aus der 1. und 2. Hauptrunde der Delphi-Befragung



genetische Dispositionen z. B. bei Allergien sicher vorhergesagt werden können.

In der Pharmaindustrie können Medikamente sehr viel schneller als bisher entwickelt werden, da sich das Wirkstoffscreening nach weiterer Miniaturisierung als Verfahren etabliert hat. Der Prototyp eines Schutzanzuges auf der Basis neuer Nano-Sensoren, die Bakterien und Viren entdecken können, liegt vor.

Die Zukunft im Zeitraum 2010-2015

In diese Zeit fällt die Hochphase nanotechnologischer Innovationen für Medizin und Gesundheitswesen. Die Umsetzung von 21 der insgesamt 49 Zukunftsthesen wird allein in diesem Zeitfenster erwartet.

Die intelligente Wirkstofffreisetzung erlebt ihren Durchbruch hin zur breiten Anwendung. Dies gilt z. B. für die wirkortspezifische Krebstherapie durch mit Medikamenten beladene Nanopartikel („Drug Release“) ebenso wie z. B. für die lokale Hyperthermie zur physikalischen Bekämpfung entarteter Zellen und Gewebe. Impfstoffe, die in Nanokapseln zur Einschleusung durch die Darmwand verborgen sind, werden klinisch erprobt.

Weitere therapeutische Innovationen betreffen die dauerhafte Schienung der Herzkranzgefäße durch Stents, deren spezielle Oberflächen eine erneute Verengung (Restenose) des Gefäßes verhindern. In analoger Weise gehören auch neue Implantatoberflächen zum medizinischen Standard, die eine Abstoßungsreaktion verhindern, also beinahe vollständig biokompatibel sind. Zudem liegen erste Labormuster von Endoprothesen vor (z. B. für den Hüftgelenksersatz), die durch Interaktion und Steuerung des Zellwachstums eine deutlich verbesserte Haftung und Verankerung versprechen.

Im Bereich der Diagnose sind große Fortschritte zu verzeichnen, und zwar gleichermaßen bei *in vitro*- und *in vivo*-Technologien: zunehmende Analysegeschwindigkeit, eine Senkung der Nachweisgrenze bis hin zum Nachweis von Einzelmolekülen und eine weitere Verminderung der Invasivität diagnostischer Eingriffe bilden die Hauptentwicklungslinien. So finden in einer zum Alltag gehörenden Telemedizin Nano-Sonden zur häuslichen Überwachung wichtiger Köperfunktionen breite Anwendung. Nicht-invasive Sensoren werden produziert, die transkutan (ohne Verletzung, durch die Haut) biochemische Blutanalysen durchführen können. Sogar intelligente Pflaster mit Überwachungsfunktion des Heilungsverlaufes existieren als Labormuster.

In der Prävention verhelfen Zahncremes mit Partikeln im Nanometermaßstab, die die Anlagerung der Plaque verhindern, dem Kampf gegen Karies zu großen Erfolgen.

Alle beschriebenen Veränderungen gehen mit der Einrichtung eines interdisziplinären Studiengangs „Nanomedizin“ an einigen deutschen Hochschulen einher. Nicht nur die Ausbildung, sondern auch die klinische Praxis sieht sich Veränderungen gegenüber. So werden neue Konzepte für die Arbeitsabläufe (Workflow) in Krankenhäusern entwickelt und diskutiert.

Die Zukunft im Zeitraum 2015-2020

Das Zusammenwirken von Biologen und Ingenieuren im *Tissue Engeneering* etwa zur *in vivo*-Zellreparatur des Herzmuskels nach Infarkt ist in der klinischen Praxis zum Alltag geworden. Nanomatrices als Träger des Zellwachstums spielen dabei eine wichtige Rolle. Sterilität medizinischer Instrumente wird nicht mehr nach jedem Gebrauch z. B. durch Gas oder Dampf (wieder-)hergestellt, sondern die Oberflächen sind nanotechnologisch so veredelt, dass Keime nicht mehr anhaften können.

Erstmals gelingt die Übertragung von Nervenimpulsen durch künstliche Nanofasern und auch die Kommunikation auf (sub-)zellulärer Ebene kann aufgeklärt werden.

Neue, international abgestimmte Richtlinien regeln die Zulassung von Medikamenten und Medizinprodukten auch im Bereich der medizinischen Nanotechnologie einheitlich.

Utopische Visionen: Die Zukunft nach 2020

In diesem weiten Umsetzungszeitraum finden sich die Zukunftsvisionen, die den Experten zwar sehr visionär (*Science Fiction*) vorkommen, ohne dass sich ihre Verwirklichung in sehr ferner Zukunft gänzlich ausschließen ließe: „Nanobots“ – „Nanomaschinen und –werkzeuge“ – „Selbstreplikation von Nanoteilchen“.

Auch die *„personalized Medicine“*, nach der die Pharmakotherapie eines Patienten am

Genotyp festgemacht werden kann, gehört zu den Utopien.

Nur eine These wird nach der Expertenmeinung nie eintreten:

> „Der weit verbreitete Einsatz nanotechnologischer Diagnose- und Therapieverfahren wird die Anzahl der in Krankenhäusern tätigen Schwestern und Pfleger halbieren.“ (These 29, Akronym: ‚PflegeKräfteAbbau’, des Delphi-Fragebogens)

Eine innovationsbedingte Entpersonifizierung der Pflege und Betreuung kann (oder will) sich niemand vorstellen – auch nicht in ferner Zukunft.

Position Deutschlands

Gemeinhin wird das generelle Innovationspotenzial Deutschlands im internationalen Maßstab als unverändert hoch angesehen (z. B. Malanowski 2001, S.44). Ob – nach Meinung der Experten – dies auch für nanotechnologische Anwendungen in Medizin und Gesundheitswesen gilt, oder ob Deutschland im diesem Feld den Anschluss verpasst habe – dazu haben die Befragten jede dargebotene Zukunftsvision auf einer vierstufigen Skala von „international führend“ bis „unbedeutend“ bewertet.

Im Antwortverhalten der Experten zeigte sich eine methodische Besonderheit des gewählten Verfahrens. Zum einem verwenden die Antwortenden nahezu ausschließlich lediglich die „mittleren“, weniger stark polarisierenden Stufen der Antwortskala. Nicht „führend“ oder „unbedeutend“, sondern „aussichtsreich“ oder „unklar“ sehen die Experten die deutsche Position (vgl. Abb. 5).

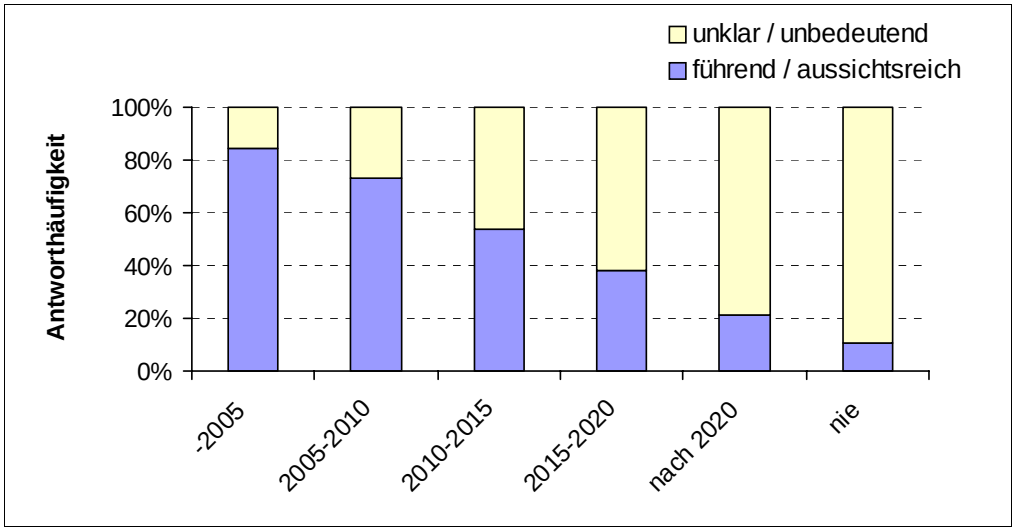
Zum anderen ist die Einschätzung der Position Deutschlands davon abhängig, wann die Umsetzung der jeweiligen Zukunftsthese erwartet wird. Je später eine Entwicklung erwartet wird, desto unklarer wird in den Augen der Experten auch die Position Deutschlands eingeschätzt.

Abseits dieser methodischen Besonderheit, die ein eher defensives, ggf. sogar kulturspezifisches Antwortverhalten nahe legt, kann angesichts dieses Zusammenhangs das größte Potenzial auf denjenigen Themenfeldern vermutet werden, auf denen die Experten die Realisierung der Technologien erst in späterer Zukunft erwarten, die Position Deutschlands aber dennoch als aussichtsreich einschätzten.

Zusammengefasst besteht dieses Potenzial demzufolge in folgenden Bereichen:

- Transport und zielgerichtete Freisetzung und Dosierung von Wirkstoffen (Medikamenten) z. B. im Kampf gegen Krebs;
- *in vitro* Analyse von Proteinen zur Früherkennung von z. B. Arthritis und Multipler Sklerose durch nanotechnologische Chips;
- Verbesserung der Haftung/Verankerung und damit der „Standzeiten“ von Implantaten durch Steuerung der Gewebsinteraktion;

Abb. 5: Abhängigkeit der Einschätzung der Position Deutschlands vom Realisierungszeitraum über alle Thesen der 1. Hauptrunde der Delphi-Befragung



- Entwicklung nanobasierter Kontrastmittel für die Bildgebung und Screening-Technologien für die beschleunigte Entwicklung neuer Medikamente.

2.2 Maßnahmen zur verantwortungsvollen Gestaltung des Themenfeldes

„Was ist zu tun, um das Zukunftsfeld ‚Nanotechnologie und Gesundheit' zu stärken, inter (-national) auszubauen und verantwortungsvoll zu gestalten?" Ausgehend von dieser Frage beurteilten die Experten insgesamt 36 Maßnahmevorschläge bzgl. ihrer Eignung (sehr hoch … sehr niedrig) und der Zeit bis zum Nachweis erster Erfolge (in 3, 4-5 oder 6-10 Jahren).

Insgesamt wird die Eignung der Maßnahmen überwiegend positiv („hoch") gesehen, die Erfolge werden meist in 4-5 Jahren erwartet.

‚*Public awareness*' und besonders Interdisziplinarität unter Betonung des klinischen Bezuges sollen nach Meinung der Experten ausgebaut und mit entsprechenden Maßnahmen weiter entwickelt werden: Förderung interdisziplinärer Arbeitsgruppen und Ausbildung, Abbau bürokratischer Hemmnisse, Verbesserung des Innovationsklimas, Förderung der Aufklärungsarbeit durch die Wissenschaftler selbst, Intensivierung des Technologietransfers, Beschleunigung der Aufnahme innovativer Produkte in den Erstattungskatalog der gesetzlichen Krankenversicherung.

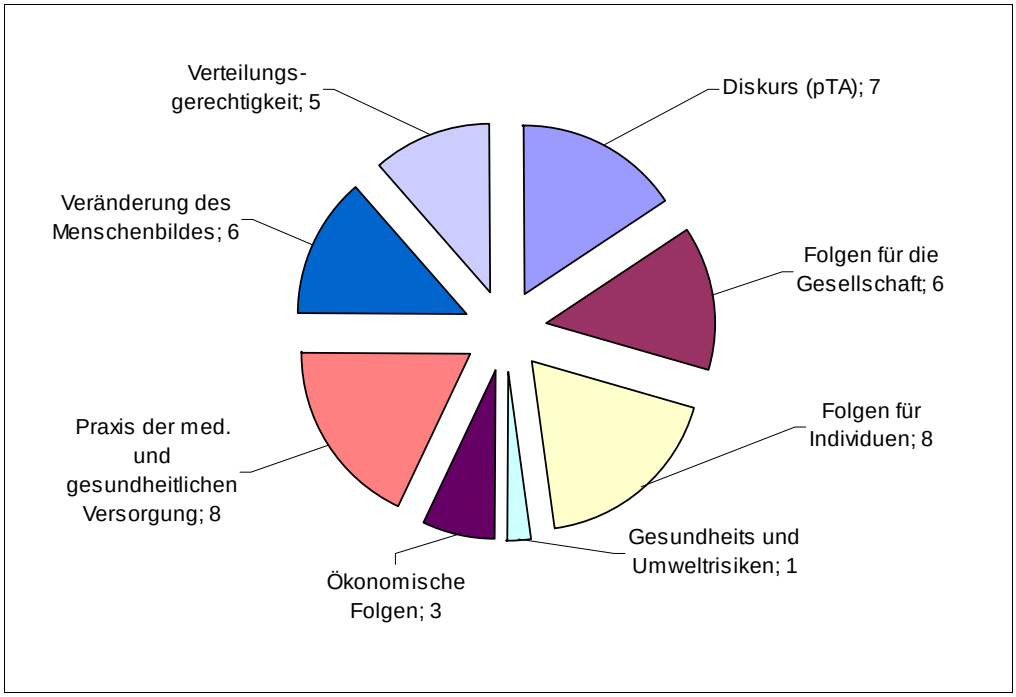
Die nationale Abstimmung der Forschungs- und Entwicklungsförderung ist nach Meinung der Experten zu intensivieren, ohne dass dazu jedoch eine „Nanotechnologie-Kommission" eingerichtet werden soll.

2.3 Ethisch soziale Aspekte

Die im Rahmen der Delphi-Befragung unmittelbar angesprochenen Folgeprobleme können in zweierlei Erscheinungsformen auftreten: Unerwünschte (Neben-)Wirkungen oder absichtlicher Missbrauch bzw. die Gefahr eines Missbrauchs. Beides gilt es zu vermeiden oder zu kontrollieren und schon frühzeitige Anzeichen wahrzunehmen.

Das Themenfeld Nanotechnologie und Gesundheit wird in der Expertenmeinung insgesamt als „relativ risikoarm" gesehen. Bezüglich der Folgeprobleme sehen die befragten

Abb. 6: Gruppierung (Cluster) und Anzahl der Nennungen aus dem Brainstorming zu Seiteneffekten/Risiken der nanotechnologischen Innovationen im Gesundheitssektor (n=44, ‚pTA'- partizipative Technikfolgenabschätzung)



Experten im Grunde kaum Auswirkungen für die Umwelt und zu einem geringen Teil (25 %) für Gesellschaft und Sicherheit. Folgeprobleme werden am ehesten im Bereich der Gesundheitsversorgung gesehen (Folgen von Frühdiagnosen, Zugangsbeschränkung/Regularien zu Versorgungsleistungen) (vgl. Abb. 6).

Bei diesen Einschätzungen gilt es zu bedenken, dass keiner der Antwortenden ethisch-soziale Fragen als sein/ihr Hauptarbeitsgebiet bezeichnet hat. Dies hat u. E. auch strukturelle Gründe, denn die bioethische Diskussion wird derzeit von der Stanmmzellen-Debatte dominiert. Eine eigenständige Perzeption der Nanotechnologie ist derzeit kaum erkennbar.

Dies bestätigten auch die Teilnehmer eines die ethisch-sozialen Fragen vertiefenden Workshops, die „Nanotechnologie und Gesundheit“ als ausgesprochen „jungen“ Gegenstandsbereich einstuften.

Im Grunde besteht in weiten Teilen der Fragestellungen und Problemkreise eine hohe Übereinstimmung mit entsprechenden Aspekten der Höchstleistungsmedizin insgesamt. Spezifische Aspekte der Nanotechnologie werden eher durch sehr ferne Visionen aufgeworfen wie z. B. Selbstreplikation, ungewollte Diagnostik oder Chip-Implantate.

Derzeit – so die Workshopteilnehmer – fehlt in der ethischen Diskussion noch das Wissen über die Technologie, ihre Ansätze und Möglichkeiten. Noch größer ist die sachliche Unsicherheit in öffentlichen Diskursen. Der Stellenwert einer um die Technikfolgen bemühten Auseinandersetzung ist dabei oftmals geringer als die öffentliche Präsentation des technologischen Fortschritts. Als Beispiel für eine gelungene Diskursform wird das aktuell laufende „1000Fragen-Projekt“ der AKTION MENSCH angesehen (http://www.1000fragen.de).

Gesellschaftliche Folgen wie etwa die Lebensverlängerung durch verbesserte medizinische Möglichkeiten münden letztlich in die Diskussion über Werte. Aktuelle Antworten auf Fragen wie „Was wünscht sich die Gesellschaft?“ oder „Was ist wünschenswert?“ dürfen – so die Teilnehmer – jedoch nicht allein zur Ableitung der Normativität herangezogen werden. Vielmehr sieht hier die Ethik eine ihrer Hauptaufgaben und Zuständigkeiten, beispielsweise in der (Weiter-) Entwicklung von Kriterien und Ansätzen zur ethischen Bewertung der Auswirkungen der gesundheitsbezogenen Nanotechnologie.

Für die zukünftige Gestaltung ist daher nicht nur die Intensivierung einer eigenständigen Erforschung der angesprochenen Problemkreise wichtig, sondern die konstitutive Integration der ethisch-sozialen Perspektive bei den technologischen Verbünden zur Entwicklung nanotechnologischer Anwendungen im Gesundheitswesen.

3 Fazit

Der Blick in die Zukunft geschah mit einer Expertenbefragung nach der Delphi-Methode, in der 112 Fachleute bundesweit nanotechnologische Zukunftsvisionen und Maßnahmevorschläge zur Gestaltung des Themenfeldes bewerteten. Neben der Einschätzung der Umsetzbarkeit, der aktuellen Position Deutschlands ging es dabei auch darum, in welchen Bereichen (Wirtschaft, Wissenschaft, Gesellschaft, Sicherheit, Umwelt, Gesundheitsversorgung) besondere Entwicklungschancen oder Anzeichen für etwaige Folgeprobleme zu erkennen waren. Der vertiefende Diskurs mit ethisch-sozialwissenschaftlich ausgerichteten Fachleuten lieferte Anhaltspunkte für die Art und die Auseinandersetzung mit möglichen Risiken für die Medizin von morgen.

Auf der Grundlage der genannten Analysen ergeben sich folgende Kernaussagen:

- Nanotechnologie pro Gesundheit ist derzeit international und in Deutschland in Bezug auf Forschung, klinische Anwendungen und marktreife Produkte noch ein kleines, da junges Feld.
- Die Technologievorschau unterstützt die Bedeutung bestimmter Technologiefelder des Themengebiets, die im Rahmen der Gesamtstudie (vgl. Abb. 1), insbesondere aus Literatur- und Patentrecherche, identifiziert wurden. Dies sind:
  - Diagnostik/Analytik (z. B. spezifische Kontrastmittel, chipbasierte Analyseinstrumente, neue Signalgeber)
  - „Drug-Delivery“ und „Carrier“-Systeme (z. B. biokompatible, beschichtete Nanopartikel mit Medikamentenbeladung)
  - Nanomaterialien/nanostrukturierte Oberflächen (z. B. modifizierte Stents, funktionalisierte Nanooberflächen auf Implantaten).

- Die Delphi-Analyse selbst konkretisiert die Bedeutung der genannten Technologiefelder auch in der zeitlichen Projektion und ergibt einen Innovationsschub (Realisierungserwartung) für nanotechnologische Anwendungen im Zeitraum von 2005-2015. Die Einschätzung der Position Deutschlands durch die befragten Experten ergibt besondere Stärken in Einzelaspekten in allen der genannten Schwerpunktfelder:
  - „intelligente“ Wirkstofffreisetzung insbesondere im Kampf gegen Krebs,
  - erhöhte Sensitivität der Analyse (z. B. Früherkennung),
  - nanobasierte Kontrastmittel für die Bildgebung
  - Verankerung von Implantaten durch die Steuerung der Gewebsinteraktion.
- Das Themenfeld Nanotechnologie und Gesundheit wird in der Expertenmeinung insgesamt als „relativ risikoarm“ gesehen. Die befragten Experten sehen im Grunde nahezu keine Auswirkungen für die Umwelt bei den dargestellten Zukunftsvisionen. Ein geringer Anteil (25 %) hält Folgen in den Bereichen Gesellschaft und Sicherheit für möglich. Folgeprobleme werden am ehesten im Bereich der Gesundheitsversorgung gesehen (Folgen von Frühdiagnosen, Zugangsbeschränkung/Regularien zu Versorgungsleistungen).
- Als Ergebnis des Ethikworkshops ist festzuhalten, dass die Nanotechnologie pro Gesundheit in der Ethikdiskussion noch nicht eigenständig thematisiert worden ist. Zunächst treten jedoch auch für nanotechnologische Innovationen in der Medizin in weiten Bereichen die gleichen ethisch-sozialen Fragestellungen auf, die für die gesamte Hochleistungsmedizin gelten. Spezifische Aspekte der Nanotechnologie werden eher durch sehr ferne Visionen aufgeworfen wie z. B. Selbstreplikation, ungewollte Diagnostik oder Chip-Implantate.

In der grundlegenden Auseinandersetzung mit Strukturen auf molekularer oder gar atomarer Ebene, wie sie für die Nanotechnologie prägend ist, verblassen die Grenzen der Fachdisziplinen zusehends. Dieser Trend muss sich, so trat es immer wieder im Verlauf der gesamten Studie zutage, auch in der Erforschung und Entwicklung konkreter Anwendungen gerade im Gesundheitssektor fortsetzen. Hier liegt ein Schlüssel zum Erfolg nanotechnologischer Innovationstätigkeit im Gesundheitssektor: in praktizierter und konstruktiver Interdisziplinarität entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

Danksagung

Unser großer Dank gilt den zahlreichen Persönlichkeiten, die uns mit ihrer Expertise in Befragungen und Workshops so bereitwillig unterstützt haben. Besonders verbunden sind wir den Mitgliedern des ausführenden Konsortiums für die hervorragende Zusammenarbeit: Univ.-Prof. Dr. T. Schmitz-Rode (AKM); V. Appelbe, Dr. U. Schelhaas, U. Steinbusch, Dr. M.G. Floren (A-GIT); Dr. E. Bremus-Köbberling, Dr. A. Gillner (Fraunhofer-ILT); Dr. T. Klockenbring, PD Dr. Dr. S. Barth (Fraunhofer-IME); Dr. J. v. Zahn, Dr. H. Gothe, G. Schiffhorst, Dr. V. Reuck, Prof. Dr. B. Häussler (IGES).

Für das durch die Beauftragung entgegengebrachte Vertrauen und die Kooperation danken wir dem BMBF und dem Projektträger ITA des VDI/VDE, Teltow, sehr herzlich.

Anmerkung

1) Statistisch handelt es sich dabei um die Medianklasse der kumulierten Häufigkeiten der ordinal skalierten Zeitachse als Lagemaß dieser Verteilung. Der „genaue“ Medianwert selbst liegt in dieser Klasse, hier also einem Zeitraum von 5 Jahren, und bezeichnet jenen Punkt, an dem insgesamt 50 % der Expertengruppe (die Mehrheit) erreicht wird.

Literatur

Bachmann, G., 1998: Innovationsschub aus dem Nanokosmos. VDI-Technologiezentrum, Düsseldorf, Zukünftige Technologien Nr. 28, Technologieanalyse durch den VDI im Auftrag des BMBF

Cuhls, K.; Blind, K.; Grupp, H., 1998a: Delphi’98 – Umfrage: Studie zu globalen Entwicklung von Wissenschaft und Technik. Studie im Auftrag des BMBF. Karlsruhe: Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung

Malanowski, N., 2001: Vorstudie für eine Innovations- und Technikanalyse (ITA): Nanotechnologie. Studie im Auftrag des BMBF. Zukünftige Technologien Nr. 35, Düsseldorf (Februar 2001)

Weiterführende Literatur

Aichholzer, G.; Cas, J.; Nentwich, M.; Rakos, C.; Peissl, W.; Pisjak, P.; Schramm, W.; Torgersen, H.; Wild, C.; Tichy, G., 1998: Delphi Report Austria I-III. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Verkehr, März. Wien: Institut für Technikfolgen-Abschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

Boeing, N., 2002: déjà vu: Die Neue Nanotech-Debatte. Hamburg; http://www.km21.org/23rd-century/nanodebatte_0703.html [17.11.2003]

Borm, P.J.A., 2000: Particle toxicology: from coal mining to nanotechnology. Inhalation Toxicology, 14, 3, S. 311-324

Brosi W.; Krekel, M.E.; Ulrich, J.G., 2003: Sicherung einer beruflichen Zukunft durch Forschung und Entwicklung: Ergebnisse einer Delphi-Befragung. Bielefeld: Bertelsmann

Brumfiel, G., 2003: A little knowledge…. In: Nature, Vol. 424, S. 246-248

BMBF/Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2002a: Standortbestimmung – Nanotechnologie in Deutschland. BMBF Publik, Bonn

BMBF/Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2002b: Förderprogramm IT-Forschung 2006: Förderkonzept Nanoelektronik. Förderungskonzept des BMBF. Bonn

BMBF/Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2002c: Nanotechnologie in Deutschland Strategische Neuausrichtung. Studie des BMBF, Bonn

Bürger, F.; Elberfeld, R.; Flügel, D.; Hartmann, B.; Neuy, C.; Schmidt, T., 2002: Mikro- und Nanotechnologie: Branchenreport aus Sicht des Kapitalmarktes. Branchenreport der WGZ-Bank, Düsseldorf

Coenen, Chr., 2003: Utopien und Visionen zur Nanotechnologie. TAB Brief Nr. 24, Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag

Cuhls, K.; Blind, K.; Grupp, H., 1998b: Delphi'98 – Studie zu globalen Entwicklung von Wissenschaft und Technik – Methodik und Statistik der Delphi-Befragung. Studie im Auftrag des BMBF. Karlsruhe: Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung

Cuhls, K.; Blind, K.; Grupp, H., 1998c: Delphi'98: Daten. Studie im Auftrag des BMBF. Karlsruhe: Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (Januar)

Hoffknecht, A., 2003: Technologiefrüherkennung: Elektronik der Zukunft. Mini-Delphi-Studie, Technologieanalyse. Studie des VDI im Auftrag des BMBF. Zukünftige Technologien Nr. 46, Düsseldorf

Lauterbach, K.W.; Stock, S., 2001: Zwei Dogmen der Gesundheitspolitik – Unbeherrschbare Kostensteigerungen durch Innovation und demographischen Wandel? http://www.medizin.uni-koeln.de/kai/igmg/Gutachten_Prof_Lauterbach_Gesundheitssystemanalyse.pdf [15.9.2003]

Roco, M.C.; Bainbridge,W.S., 2001: Societal Implications of Nanoscience and Nanotechnology. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers

VDE/Verband Deutscher Elektrotechniker (Hrsg.), 2002: VDE-Studie Schlüsseltechnologien 2010, Mikroelektronik, Informations-, Mikrosystem- und Nanotechnik. Frankfurt a.M.

Wevers, M.; Wechsler, D., 2002: Nanobiotechnologie I: Grundlagen und technische Anwendung molekularer, funktionaler Biosysteme. Technologieanalyse des VDI im Auftrag des BMBF VDI-Technologiezentrum. Zukünftige Technologien Nr. 38, Düsseldorf

Wood, S.; Jones, R.; Gelhart, A., 2003: The social and Economic Challenges of Nanotechnology. Swindon, UK: Economic and Social Research Council

Kontakt

Dr. Robert Farkas
Aachener Kompetenzzentrum Medizintechnik – AKM
c/o AKM Innovationsmanagement mbH
Dennewartstr. 25-27, 52068 Aachen
Tel.: +49 (0) 241 / 963 - 24 20
Fax: +49 (0) 241 / 963 - 24 21
E-Mail: r.farkas@akm-aachen.de
Internet: http://www.akm-aachen.de

«

Nanotechnologie in der Medizin

von Louis Tiefenauer[1], Paul Scherrer Institut, Schweiz

TA-SWISS hat die Auswirkungen bezüglich Chancen und Risiken, welche durch Anwendung von Nanotechnik in der Medizin zu erwarten sind, durch die Beraterfirma Basics AG untersuchen lassen. Die Studie basiert auf zwei Expertenbefragungen. In der ersten Runde wurden Naturwissenschaftler und Mediziner zu ihren Vorstellungen bezüglich der Auswirkungen der Nanotechnologie für den Bereich Medizin in einem Zeithorizont von 20 Jahren befragt. In der zweiten Runde wurden Sozial- und Geisteswissenschaftler zu gesellschaftlichen und ethischen Auswirkungen befragt. Das Ergebnis dieser Befragungen ist von einer Begleitgruppe zur Studie intensiv diskutiert und analysiert worden. Die Studie der TA-SWISS wird im Folgenden kurz vorgestellt und aus der Sicht eines Mitgliedes der Begleitgruppe kritisch beleuchtet.

1 Inhalt der Studie

Nanotechnologie wird als Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts bezeichnet. Technikbegeisterte bringen daher eine schier unendlich scheinende Liste von zu erwartenden Neuerungen mit dieser Technologie in Zusammenhang, während Skeptiker – auch aus den Reihen der Naturwissenschaften – darin eher einen Etikettenschwindel vermuten. Was ist überhaupt Nanotechnologie? Die Studie der TA-SWISS (2003) zeigt in einem eigenen Kapitel mit dieser Überschrift die besondere Schwierigkeit auf, das Thema abzugrenzen und greifbar zu machen. Sie wurde darauf angelegt, frühzeitig Problemfelder zu erkennen und Maßnahmen für Entscheidungsträger vorzuschlagen. Die Verantwortlichen von TA-SWISS entschieden sich für eine Beschränkung des Themas auf „Nanotechnologie in der Medizin“. Diese Einschränkung wurde einerseits auf Grund der beschränkten Mittel, die zur Verfügung standen, vorgenommen und andererseits, weil Medizin als eines der sensibelsten und dringlichsten Felder für eine Technologiefolgen-Abschätzung angesehen wird.

Im ersten Teil der Studie werden die vielfältigen Anwendungsbereiche der Nanotechnologie im Bereich der Medizin vorgestellt. Die Autoren sprechen in diesem Zusammenhang von einem „Werkzeugkasten“ der Nanotechnologie. Er enthält unterschiedliche Methoden, die für verschiedene Zwecke in der Medizin eingesetzt werden können.

Grob lassen sich in der Medizin die drei Anwendungsfelder Forschung, Diagnostik und Therapie unterscheiden. Im Rahmen der Forschung werden die oben erwähnten Werkzeuge bereitgestellt und deren Wirksamkeit untersucht. Im Bereich der Diagnostik kann aufgrund der Nanotechnologie und der damit verbundenen Verkleinerung der Testsysteme die Zahl der Analysen erheblich gesteigert und qualitativ verbessert werden. Dadurch werden die medizinischen Möglichkeiten, wie im nachfolgenden Kapitel der Studie ausgeführt wird, erheblich erweitert. Die Bedeutung der Nanotechnologie wird nach Ansicht der in der Studie befragten Experten auch für die Therapie in den nächsten zwanzig Jahren stetig zunehmen. Die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten einer Prognose nimmt verständlicherweise für entfernt liegende Zeiträume ab. Die meisten Experten sehen es aber als sehr wahrscheinlich an, dass in der medizinischen Forschung in den nächsten 20 Jahren Durchbrüche eintreten werden, die durch Nanotechnologie ermöglicht werden.

In der Begleitgruppe wurde anfänglich eingehend diskutiert, wie sich Nanotechnologie auf die verschiedenen Teilgebiete der Medizin auswirken wird. Im Laufe dieser Diskussion wurde aber klar, dass es sinnvoller ist, die Auswirkungen der Nanotechnologie in Bezug auf verschiedene Krankheitsfelder abzuschätzen. Die Befragung ergab, dass die Experten vor allem bei der Behandlung von Krebs und viralen Infekten, sowohl für die Diagnose als auch für die Therapie, große Fortschritte durch Nanotechnologie erwarten. Für bakterielle Infektionen sowie für Stoffwechselerkrankungen sind die Erwartungen weniger groß. Für die Behandlung der Alzheimerkrankheit wird kaum ein Nutzen erwartet.

Besonders hervorgehoben werden in der Studie die Chancen und Risiken, die sich aus der technischen und medizinischen Verwendung von Nanopartikeln ergeben. So werden beispielsweise Nanopartikel aus unterschiedlichen Materialien zunehmend Verwendung als

Signalgeber in der Diagnostik finden. Des Weiteren werden sie für das Auffinden und die Behandlung von Tumoren eingesetzt werden. Für die nahe Zukunft wird eine wesentlich breitere Verwendung von maßgeschneiderten Nanopartikeln in neuartigen Materialien mit verbesserten Eigenschaften prognostiziert. Die Experten gehen davon aus, dass Nanopartikel, besonders auch die erst seit rund 15 Jahren bekannten Nanoröhrchen, schon bald großtechnisch hergestellt werden können. Die Gefahr, dass gewisse Nanopartikel im menschlichen Körper sich als toxisch erweisen könnten, wird auch von der zweiten Expertenrunde, die aus Sozial- und Geisteswissenschaftlern bestand, als ziemlich wahrscheinlich beurteilt. Deshalb wird im letzten Teil der Studie auch Risikoforschung bezüglich der Exposition der Umwelt mit Nanopartikeln empfohlen.

Die oben erwähnten erweiterten Diagnosemöglichkeiten und verbesserten Therapieansätze werden nach Ansicht der Experten starke Auswirkungen auf die Lebensqualität, die Lebensplanung sowie auf den Umgang mit Krankheit und Tod haben. Selbst entscheiden zu können über Ausmaß und Zeitpunkt von Diagnosen beinhaltet insbesondere auch das Recht auf Nichtwissen. Wer soll wann und worüber entscheiden können angesichts dieser vielfältigen Möglichkeiten? Ethische Fragen betreffen besonders die Autonomie sowie die gerechte Verteilung der verbesserten medizinischen Behandlung. Solche ethischen Fragen sowie die zu erwartenden ökonomischen Auswirkungen sollen deshalb Schwerpunkte einer Begleitforschung sein, wie in den Empfehlungen (s. u.) angeregt wird. Die konkrete Ausgestaltung dieser Begleitforschung und wie durch diese die anvisierte Erhöhung der Akzeptanz der Nanotechnologie durch die Gesellschaft erreicht werden könnte, ist jedoch noch offen. In einem Unterkapitel der Studie werden die politischen Dimensionen, vor allem was die Gesellschaft, die Forschungsförderung und die globale Entwicklung betrifft, diskutiert. Dort werden auch Analysen und Vorschläge präsentiert, deren Gültigkeit sich nicht nur auf die Nanotechnologie beschränkt.

Als Folge der zu erwartenden Verbesserungen der Medizin durch die Nanotechnologie ist davon auszugehen, dass die Lebenserwartung erhöht und die Morbidität gesenkt werden, wodurch sich auch die Gesellschaftsstruktur ändern wird. Die Experten gehen davon aus, dass sich insbesondere die Problematik der Zweiklassen-Medizin verschärft stellen wird, da sie nicht erwarten, dass die zukünftige Medizin billiger sein wird. Zudem werden durch personalisierte Diagnosen die Risiken des Missbrauchs steigen. Der Datenschutz von persönlichen genetischen Informationen erhält somit eine noch größere Bedeutung.

In der Studie wird betont, dass wir erst ganz am Anfang einer einschneidenden und langen Entwicklung stehen. Angesichts der vielen Unsicherheiten dieser Entwicklung und der immensen ökonomischen und gesellschaftlichen Bedeutung von Nanotechnologie, wird die Schaffung eines Gremiums gefordert, das sich den drei Themenschwerpunkten Risikoforschung, Begleitforschung und gesellschaftliche Verständigung über Nanotechnologie widmen soll. Aus der Studie der TA-SWISS geht aber nicht hervor, welche konkreten Aufgaben diesem Gremium übertragen werden sollen. Denkbar wäre, dass es Themen der Begleitforschung vorschlagen, Aktivitäten initiieren, laufende Projekte koordinieren oder aber die weltweite Entwicklung auf den verschiedenen relevanten Gebieten überwachen soll. Da Nanotechnologie in hohem Maße interdisziplinär ist, ist nach Ansicht des Autors dieses Beitrags die Schaffung eines weiteren Fachgremiums nicht notwendiger Weise die optimale Lösung. Bestehende Ethik- und Fachkommissionen könnten vielleicht besser mit entsprechenden Experten aus den verschiedenen Gebieten der Nanotechnologie ergänzt werden.

Im letzten Teil der Studie werden die Ergebnisse in acht Thesen zusammengefasst (siehe Kasten). Diese Thesen dienen als Grundlage für die am Ende dieses Artikels diskutierten Empfehlungen der Studie. Die letzte These betrifft die Frage des Menschenbildes. Gerade die Entwicklungen im Bereich der Medizin, die durch die Nanotechnologie ermöglicht werden, deuten darauf hin, dass sich das Selbstverständnis des Menschen verändern wird. Philosophisch-ethische Fragen wie: was ist wünschenswert, was soll erlaubt sein und ist eine Steuerung der Entwicklung möglich und erstrebenswert, werden diskutiert. Die befragten Experten waren sich weitgehend darin einig, dass Nanotechnologie schon heute Nutzen bringt. Sie begrüßen eine reflexive Begleitung der laufenden Ent-

wicklung, lehnen aber präventive Regelungen ohne konkreten Bedarf ab. Als handlungsleitend sollen diejenigen Prinzipien angesehen werden, die auch bei anderen Technologien gelten: Nutzenmaximierung, Schadenminimierung und Autonomie. Laien legen ein besonderes Gewicht auf Reversibilität einer technologischen Entwicklung; dass eine solche grundsätzlich möglich ist, wird aber von einigen Experten angezweifelt. Eine Einschränkung der Forschung, insbesondere der Forschungsfreiheit, wird von den Experten abgelehnt. Die in der Studie vorgeschlagene Risiko- und Begleitforschung ist nach Ansicht der Experten dafür geeignet sicherzustellen, dass die oben erwähnten Prinzipien auch eingehalten werden. Die Autoren der Studie sind der Meinung, dass der gesellschaftliche Verständigungsprozess jetzt einsetzen müsse, obwohl nach ihrer Meinung von Seiten der Gesellschaft kein Bedürfnis nach Verständigung vorhanden zu sein scheint. In der Studie wird erwähnt, dass in den USA die für diese Zwecke zur Verfügung stehenden Mittel kaum ausgeschöpft werden. Solange nichts Gravierendes passiert, scheint die Zivilgesellschaft wenig daran interessiert zu sein, über potentielle Risiken zu debattieren.

2 Die Studie der TA-SWISS im internationalen Umfeld

Die Debatte über Nanotechnologie hat bereits vor etwa fünf Jahren eingesetzt. In den USA, England und Deutschland sind verschiedene Studien über die zu erwartenden Auswirkungen nanotechnologischer Entwicklungen veröffentlicht worden. Auffällig und bezeichnend ist, dass in den Berichten jeweils das Abstecken des Untersuchungsfeldes einen breiten Raum einnimmt. Das liegt daran, dass sich die Nanotechnologie vor allem auch durch ihre Vielfältigkeit auszeichnet. Unter ihrem Begriff werden so unterschiedlich Dinge vereint wie: neuartige und verbesserte Materialien und „devices“, nanotechnologische Untersuchungsinstrumente, Anwendungen von nanobasierten Materialien für diagnostische und therapeutische Verfahren in der Medizin bis hin zu neuen biokompatiblen Materialien für Implantate.

Die Schwierigkeit dieser allumfassenden Nanotechnologie besteht darin, dass sich starke Überlappungen mit spezifischen Themen wie toxikologische Risiken durch neuartige Materialien, pervasive Anwendung von Computern, Datenschutz oder Gentechnologie ergeben und am Ende unklar bleibt, welche Besonderheiten nun durch die Nanotechnologie ins Spiel gebracht werden. Um diesem Problem zu begegnen, hat man sich in der Studie der TA-SWISS auf einen Kriterienkatalog verständigt, der eine strikte Abgrenzung erlaubt. Gebiete wie Tissue Engineering und Drug-Delivery-Systems, die z. B. in der deutschen Studie des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) (Wagner et al. 2004) ausführlich behandelt werden, finden deshalb in der Studie der TA-SWISS keine Erwähnung. Zu Gunsten der Analyse der Auswirkungen der Nanotechnologie im medizinischen Bereich auf den Einzelnen und die gesamte Gesellschaft wurden im Unterschied zu der Studie des VDI die technischen Ausführungen auf weniger als die Hälfte des gesamten Textes reduziert.

Ein weiteres Charakteristikum der Nanotechnologie neben ihrer Vielseitigkeit ist die Art der Debatte, die über Nanotechnologie selbst geführt wird. In dem erst kürzlich vom Economic and Social Research Council (ESRC) herausgegebene Bericht (Wood et al. 2003) wird diese Debatte ausführlich wiedergegeben. In diesem Zusammenhang werden die gesellschaftliche Wahrnehmung und die Beurteilung der gegenwärtigen Trends in Naturwissenschaft und Technik vorgestellt. Es wird dabei deutlich, dass auch in der Fachwelt keineswegs Einigkeit darüber besteht, ob wir am Anfang einer technologischen Revolution stehen oder nicht. In diesem aus der Perspektive der Arbeitspsychologie und Ökonomie geschriebenen Bericht wird befürchtet, dass bei Anwendungen von nanobasierten Technologien ähnliche Rückschläge eintreten könnten, wie sie bei der Anwendung der Gentechnologie für Nahrungsmittel eingetreten sind. Aus diesem Grund wird auch der Umgang mit dem zu erwartenden Risiko in der Studie der TA-SWISS thematisiert. Die Autoren der Studie schlagen vor, dass alle relevanten Akteure in den gesamtgesellschaftlichen Verständigungsprozess mit einbezogen werden müssten. Eine genaue Ausformulierung, wie dieser Prozess verlaufen soll, wird jedoch in der Studie nicht präsentiert. Klar ist, dass er sich nicht in einer politischen Auseinandersetzung erschöpfen kann. In der Schweiz werden brisante gesell-

schaftlich relevante Themen in einem Plebiszit entschieden, in dessen Zusammenhang eine öffentliche Auseinandersetzung stattfindet. Die durch Nanotechnologie eingegangenen Risiken sind aber mit der Ausnahme einer eventuellen Toxizität von Nanopartikeln wenig konkret und werden kaum die Massen mobilisieren können. Fachleute, Betroffene und politische Aktivisten nehmen Risiken zudem unterschiedlich wahr und die Bereitschaft, auch minimale Risiken einzugehen, hängt direkt vom erwarteten Nutzen ab. Im Gegensatz zu dem oben erwähnten ESRC-Bericht wird die Rolle der Sozialwissenschaften in der Studie der TA SWISS nicht betont. Der ESRC-Bericht moniert die Verantwortung der SozialwissenschaftlerInnen, einen gesellschaftlichen Lernprozess über die Beurteilung von Risiken und Chancen unter großer Ungewissheit in Gang zu setzen. Der Umgang mit Risiko wird auch in der TA-SWISS-Studie angesprochen. Die Autoren schlagen allerdings ein anderes Vorgehen vor: alle relevanten Akteure müssten in den gesellschaftlichen Verständigungsprozess einbezogen werden. Ob aber mit einer Institutionalisierung des Verständigungsprozesses die Schweiz eine Vorreiterrolle einnehmen kann, wie in der TA-SWISS-Studie angemerkt wird, bleibt fraglich – vielleicht sind keine weiteren Institutionen nötig, sondern nur eine bessere Koordination vorhandener Kräfte, um konkrete Probleme zu lösen.

3 Einschätzung der Methodik

Als Methode der für die in dieser Studie durchgeführten Technikfolgen-Abschätzung wurde eine Expertenbefragung zum Thema Nanotechnologie gewählt. Entscheidend für den Aussagewert einer auf Experten beruhenden Studie ist eine repräsentative Auswahl und eine genügend große Anzahl befragter Personen. Für die erste Befragungsrunde zu Prognosen über die technologische Entwicklung in den nächsten 20 Jahren wurden 36 Experten aus Biologie, Chemie, Informatik, Materialwissenschaften, Medizin, Pharmazie und Physik befragt. Für die zweite Befragungsrunde über die gesellschaftlichen Auswirkungen der Nanotechnologie wurden ebenfalls 36 Experten aus den Gebieten Ethik, Medizin, Naturwissenschaften, Politologie, Psychologie, Recht und Soziologie befragt. Jedes Fachgebiet war mit mindestens zwei (Psychologie) und maximal 17 Personen (Ethik) vertreten. Die Personen der ersten Befragung stammten mehrheitlich aus den USA und der Schweiz, für die zweite Befragung zu zwei Dritteln aus Deutschland.

Trotz der eher kleinen Gesamtzahl der Befragten konnte nach Meinung der Autoren der Studie ein aussagekräftiges Ergebnis mit einem konsistenten Bild erreicht werden. Gewiss genügt diese Studie nicht vollumfänglich den Kriterien einer „idealen“ TA. Dazu ist sie trotz der vielen angeschnittenen Themen zu wenig umfassend und in der Form der Expertenbefragung nur eingeschränkt partizipatorisch. Die wesentliche Schwierigkeit bei der Durchführung dieser Studie bestand, das kann mit Sicherheit behauptet werden, in der Komplexität des Themas und dem langen Zeitraum, innerhalb dessen die Entwicklungen beurteilen werden sollten. Vor diesem Hintergrund bestand die Gefahr, dass einzelne Themen wie die Toxizität von Nanopartikeln überbewertet werden. Trotz dieser Einschränkungen sind im Rahmen dieser Studie Trends, Probleme und Chancen skizziert worden, die sich durch Anwendung von nanobasierten Technologien voraussichtlich ergeben werden. Der Bogen wurde von rein technischen über medizinische bis hin zu ethischen Aspekten gespannt. Die Verflechtung dieser Aspekte präzise darzustellen gelang zum Teil gut, anderes konnte aber nur angedeutet werden. Die Offenlegung der Namen der befragten Personen und der Fragebogen hilft dem Leser, sich ein Bild über die Aussagekraft der Studie zu machen. Der interessierte Leser hätte zudem eine Auswahl von einschlägigen Veröffentlichungen zu diesem Thema in der Literaturliste geschätzt.

4 Umsetzung der Empfehlungen

Die detaillierte Thesenliste (siehe Kasten) und die Empfehlungen zeigen, dass das Ziel der Politikberatung im Vordergrund der Studie stand.

Die Ergebnisse der TA-SWISS-Studie sind in folgende acht Thesen zusammengefasst:

These 1:

Die Nanotechnologie ist eines der ganz zentralen Technologiethemen des 21. Jahrhunderts. Dies betrifft die Forschung von zahlreichen Disziplinen, unter anderem die Physik, die Chemie, die Materialwissenschaften, die Biologie und die Medizin.

These 2:

Die Nanotechnologie wird die Medizin bereits in den nächsten 20 bis 30 Jahren deutlich verändern, sowohl in der medizinischen Forschung, in der Diagnose wie auch in der Therapie. Diagnosen werden schneller, können deutlich stärker zur Prävention eingesetzt werden, liefern spezifischere und genauere Resultate. Nanobasierte Therapien werden neue Therapiemöglichkeiten eröffnen, werden wirksamer sein als konventionelle Therapien und weniger Nebenwirkungen aufweisen. Zahlreiche Entwicklungshindernisse (u. a. wissenschaftliche, technische, regulatorische, soziale) dürften das Tempo der Entwicklung zwar verlangsamen, aber nicht aufhalten.

These 3:

Vor allem bei Tumorerkrankungen, bei viralen Erkrankungen sowie bei andern Krankheiten sind erhebliche Fortschritte zu erwarten. Längerfristig dürfte die krankheitsarme Lebensspanne zunehmen, dürften sich Verschiebungen in den Todesursachen und eine Vergrösserung der Lebenserwartung ergeben.

These 4:

Die Tendenz zum „gläsernen“ Bürger wird zunehmen. Wissen über individuelle Krankheitsdispositionen, physiologische Besonderheiten usw. dürften von gesetzlichen Beschränkungen abgesehen, frei verfügbar werden. Es dürfte zusehends schwieriger werden, das verfügbare Wissen vor sich selbst, aber auch vor der Gesellschaft zu verbergen. Das Recht auf Nichtwissen wird zur Debatte stehen. Missbrauchsrisiken werden zunehmen.

These 5:

Die Fortschritte der Nanotechnologie in der Medizin dürften mindestens mittelfristig kaum eine Entlastung bei den Gesundheitskosten bringen; und der Trend zur Zweiklassenmedizin dürfte eher verstärkt werden.

These 6:

Bestehende Konfliktpotenziale, wie sie sich vor allem im Zusammenhang mit der Gentechnologie bzw. ihren direkten und indirekten Anwendungen in der Diagnose und der Therapie gezeigt haben, werden sich verstärken.

These 7:

Neue Konfliktpotentiale zeichnen sich ab bezüglich der möglichen Gefahren der „Nanotoxizität“ und der „Nanopollution“ (insbesondere bezüglich der ungewollten Aufnahme von Nanopartikeln über die Umwelt und deren Integration in die Nahrungskette) und längerfristig um Befürchtungen zur ungenügend kontrollierten Selbstreplikation von Nanostrukturen.

These 8:

Noch hat die Frage, was wir als Menschen sind und was wir als Menschen sein wollen, einen eher philosophischen Zug. Mit den Fortschritten der Nanotechnologie in ihrer Anwendung auf den Menschen werden diese Fragen aber eine immer „praktischere“ Bedeutung erlangen. Man wird sich nicht vor der Beantwortung dieser Fragen dispensieren können. Denn sie werden schliesslich entscheidend dafür sein, ob man eine bestimmte Frage, eine bestimmte Anwendung erlauben will oder nicht.

Quelle: TA-SWISS 2003, S. 85-87

Die Empfehlung, ein weiteres Gremium einzusetzen, um das Thema weiter zu bearbeiten, mag zunächst wenig kreativ erscheinen. Vielleicht kann aber in einer Übergangsphase eine kleine, unabhängige Fachgruppe am wirkungsvollsten die angesprochenen Fragen, vor allem bezüglich der Risiken, bündeln und an bestehende Kommissionen zur Bearbeitung weiterleiten. Der Hauptauftrag dieser Gruppe könnte darin bestehen, isolierte Einzelaktivitäten bezüglich der Reflexion über die gesellschaftlichen Folgen der Nanotechnologie in den Bereichen der Naturwissenschaft und Technik, der Medizin, der Soziologie und der Philosophie besser zu koordinieren. Die starke Verflechtung der Nanotechnologie mit anderen Technologien weist aber mittelfristig den Weg zur Integration. Spezifisch (nano)technologische Aspekte könnten in bestehenden Expertengruppen beurteilt werden, wo Themen wie Gendiagnose, Toxizität von Partikeln und Schutz von persönlichen Daten in den Mittelpunkt gestellt werden.

Eine weitere Aufgabe dieses Fachgremiums soll die Förderung eines gesamtgesellschaftlichen Verständigungsprozesses über den Umgang mit Nanotechnologie sein. Ziel dieses Verständigungsprozesses soll die Steigerung der Akzeptanz für die neu geschaffenen nanobasierten Produkte und die dafür benötigten Herstellungsprozesse sein. Dabei alle relevanten Akteure einzubeziehen, erscheint in der Realisierung jedoch schwierig. Die Studie legt nahe, dass in einer „reifen“ Gesellschaft eine Grundsatzdiskussion über Technikanwendungen geführt werden muss, wobei Nanotechnologie ein wichtiges, vielleicht sogar das zentrale Thema sein sollte. Dabei besteht jedoch die Gefahr, dass Nanotechnologie einfach mit modernen Technologien gleichgesetzt wird, die es pauschal zu befürworten oder abzulehnen gilt. Auch wenn anfänglich die Diskussion durch die Erörterung von Risiken und deren Akzeptierbarkeit dominiert sein wird, ist eine grundsätzliche Debatte über geltende Werte und Prinzipien notwendig. Es bleibt zu hoffen, dass der Modebegriff Nanotechnologie in Zukunft zunehmend differenziert verwendet wird, um eine fruchtbare Auseinandersetzung mit gesellschaftlich relevanten Fragen und die Lösung echter Probleme zu ermöglichen. Zu dieser Rationalisierung der Auseinandersetzung über die Nanotechnologie hat diese Studie der TA-SWISS in der Schweiz einen wichtigen Anstoß gegeben.

Anmerkungen

1) Der Autor war Mitglied der TA-SWISS Begleitgruppe zur Studie „Nanotechnologie in der Medizin“. Der vorliegende Text gibt seine persönliche Meinung wieder. Diese muss sich nicht mit der Meinung der TA-SWISS Geschäftsstelle decken.

Literatur

TA-SWISS (Hrsg.), 2003: Nanotechnologie in der Medizin. TA 47/2003, Bern; http://www.ta-swiss.ch/www-remain/reports_archive/publications/2003/TA_47_Nano_Schlussbericht.pdf

TA-SWISS (Hrsg.), 2003: Die Bausteine der Natur in Griffweite gerückt. Kurzfassung der TA-SWISS Studie „Nanotechnologie in der Medizin“. TA 47A/2003, Bern; http://www.ta-swiss.ch/www-remain/reports_archive/publications/2003/TA_47A_KF_Nano_dt.pdf

Wagner, V.; Wechsler, D., 2004: Nanobiotechnologie II: Anwendungen in der Medizin und Pharmazie. Zukünftige Technologien Consulting der VDI-Technologiezentrum GmbH, Düsseldorf; erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF).

Wood, S.J.; Jones, R.A.L.; Geldart, A., 2003: The social and economic challenges of nanotechnology. Economic & Social Research Council (ESRC), London

Kontakt

Dr. Louis Tiefenauer
Paul Scherrer Institut
CH-5232 Villigen
Tel.: + 41 (0) 56 310 21 11
E-Mail: louis.tiefenauer@psi.ch
Internet: http://www.psi.ch

Zum Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung TA-SWISS siehe:
http://www.ta-swiss.ch

«

Toxikologische Aspekte der Nanotechnologie. Versuch einer Abwägung

von Harald F. Krug, Katrin Kern, Silvia Diabaté, Forschungszentrum Karlsruhe

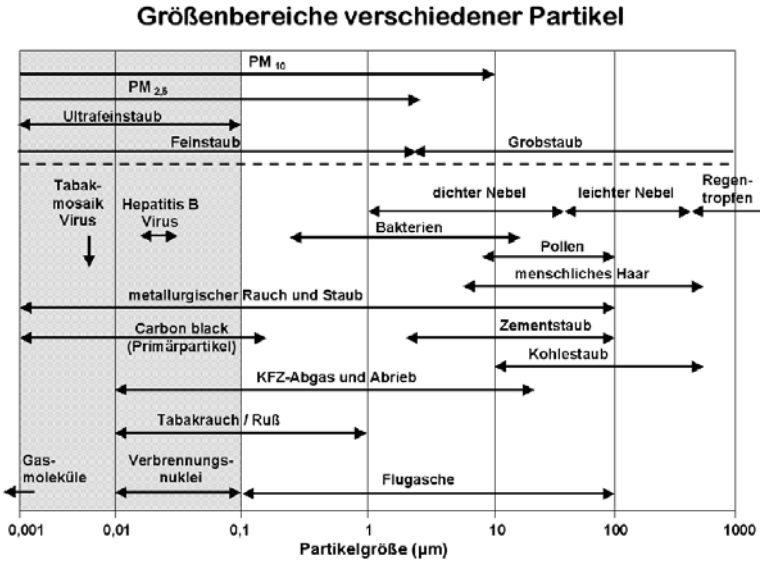
Die Nanotechnologie gilt allgemein als eine der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts. Mit dieser Technologie verbinden sich viele Hoffnungen, sowohl der Wirtschaft als auch der Nutzer, aber es werden auch eine Reihe von Befürchtungen bzw. Vorbehalten geäußert. Solche Vorbehalte sind nicht unwesentlich auch auf die teilweise schlechten Erfahrungen mit anderen Technologien zurückzuführen, da von ihnen neben den erhofften Vorteilen auch Risiken und Gefahren gesundheitlicher, sicherheitstechnischer oder auch gesellschaftlicher Art ausgingen. So werden die möglichen Gefahren der Nanotechnologie mittlerweile nicht nur in *Science-Fiction* Romanen thematisiert, sondern auch von verschiedenen Interessengruppen problematisiert. Zu Recht, lautet hier die Frage? Wirtschaftliche und wissenschaftliche Innovationen sind ohne jedes Risiko nicht realisierbar. Entscheidend sind jedoch die Kenntnis und zufrieden stellende Beherrschung der Risiken sowie eine Risiko/Nutzenabwägung, die sich an den Interessen der Gesellschaft und der Individuen orientiert. Im Zusammenhang mit der Nanotechnologie und dem Umgang mit Nanomaterialien stehen momentan vor allem mögliche gesundheitliche Risiken im Vordergrund. Ist ein solches Gefährdungspotenzial vorhanden und ist es derzeit kalkulierbar? Können die Risiken soweit aufgeklärt werden, dass diese tatsächlich von der Gesellschaft akzeptierbar sind? Im Folgenden werden der Stand der Forschung zu toxikologischen Aspekten von Nanopartikeln sowie die dazu durchgeführten neueren Arbeiten am Institut für Toxikologie und Genetik des Forschungszentrums Karlsruhe vorgestellt.

1 Wie „neu“ sind ultrafeine Partikel in der Umwelt?

Von der Möglichkeit, technisch ultrafeine Partikel herzustellen, geht nicht gleichzeitig eine völlig neue Exposition des Menschen gegenüber solchen, sehr kleinen Teilchen z. B. in der Atemluft aus. Lange bevor wir mit neuen Technologien in den Nanobereich vordringen konnten, waren wir bereits kleinsten Partikeln ausgesetzt. Denn bei jedem Waldbrand oder anderen Verbrennungsprozessen, bei jedem Vulkanausbruch und bei allen mechanischen Vorgängen werden nicht nur die sichtbaren Stäube und Russpartikel in die Atmosphäre abgegeben, sondern auch beachtliche Mengen an feinen (< 2,5 µm) und ultrafeinen (< 100 nm) Stäuben erzeugt (Abb. 1). Eine Exposition gegenüber einem Gemisch aus Grob-, Fein- und Ultrafeinstaub ist somit schon lange gegeben und auch als gesundheitlich nachteilig bekannt. An Arbeitsplätzen mit berufsbedingter Exposition treten auch häufiger entsprechende Erkrankungen auf; bei Bergleuten beispielsweise die Pneumokoniose nach Inhalation quarzhaltiger Stäube.

Durch hohe Staubkonzentrationen in der Umwelt in Verbindung mit anderen Luftschadstoffen wie Schwefel- und Stickoxiden sowie Kohlenmonoxid stieg immer wieder die Mortalität in der Bevölkerung stark an. Die Smogperiode in London Anfang Dezember 1952 ist dafür ein gut untersuchtes Beispiel. Dem rapiden Anstieg der Luftschadstoffe folgte mit einem Tag Verzögerung ein drastischer Anstieg der Todesfälle, die hauptsächlich durch Erkrankungen der Atemwege und des Herz-Kreislauf-Systems ausgelöst wurden. Mit einer Verzögerung von einigen Tagen wurde ein nochmaliger Anstieg der Mortalität beobachtet, hervorgerufen wahrscheinlich durch eine erhöhte Anfälligkeit gegenüber Infektionen, so dass es zu vielen Tausend zusätzlichen Todesfällen in den Monaten Dezember bis Februar des folgenden Jahres kam. Ähnliche Wettersituationen hat es in der nahen Vergangenheit auch in Deutschland gegeben, wie die Inversionswetterlage zu Beginn des Jahres 2002. Ein wesentlicher Unterschied zur Situation in London 1952 besteht darin, dass der Ausstoß an Luftschadstoffen mittlerweile in den Industrienationen durch technische Minderungsmaßnahmen erheblich reduziert wurde. Dennoch war ein Anstieg des Schwebstaubes auf Werte deutlich über 100 µg/m³ während dieser Smog-Periode im Januar 2002 zu verzeichnen. Epidemiologische Studien haben ergeben, dass solche Umweltbelastungen wohl doch gesundheitlich relevant sind und eine Erhöhung des PM_{10}-Wertes (Durchmesser < 10 µm) mit ei-

Abb. 1: Partikeldefinitionen und Größenbereiche verschiedener umweltrelevanter Partikel



nem erhöhten Mortalitätsrisiko verbunden ist (Thurston 1996). Diese Meta-Analyse zeigte, dass ein Anstieg der PM_{10}-Konzentration um 10 µg/m³ mit einem Anstieg der Mortalität um ca. 1 % einhergeht. Akute Effekte, hervorgerufen durch erhöhte Staubkonzentrationen in der Luft, treten jedoch kaum bei gesunden, sondern insbesondere bei Personen mit schweren Herz- sowie Atemwegserkrankungen (Asthma, chronische Bronchitis), bei Kleinkindern und älteren Menschen auf.

Feine und ultrafeine Partikel in der Umgebungsluft, die nicht natürlichen Ursprungs sind, stammen meist aus

1. technischen Verbrennungsprozessen aller Art
2. dem Straßenverkehr (Dieselruß, Katalysatorausstoß, Abrieb von Reifen, Kupplungen und Bremsen)
3. dem häuslichen Bereich, z. B. aus Kerzenbrand
4. Küchentätigkeiten, wie Kochen, Braten und Grillen
5. Zigarettenrauch.

In Deutschland ging in jüngster Zeit zwar die Gesamtbelastung der Luft durch Stäube zurück (auf die Masse bezogen), die Partikelanzahl (N/m³) nahm jedoch zu (vor allem der Anteil der ultrafeinen Partikel trägt dazu bei). Für die nachgewiesenen Partikel sind auch die Quellen bekannt: Verbrennungsprozesse und Straßenverkehr haben den größten Anteil an der Gesamtschwebstaubfraktion. Gerade die kleinsten Partikel aber zeichnen sich durch eine erheblich größere Oberfläche im Verhältnis zum Volumen und zur Masse aus. Bei gleicher Masse wird dies besonders deutlich: die Oberfläche und besonders die Anzahl der Partikel steigt enorm an, wenn die Größe reduziert wird[1]. Hieraus leiteten sich im Wesentlichen zwei Hypothesen ab: wird die Anzahl größerer Partikel erniedrigt, können die kleineren Partikel seltener durch Koagulation mit großen Partikeln beseitigt werden und sie bleiben länger stabil; Partikel werden mit abnehmender Größe immer toxischer, da ihre Oberfläche katalytisch wirksam ist und unerwünschte Reaktionen auslöst. Beide Hypothesen sind nach wie vor noch nicht stichhaltig bewiesen, obwohl es vor allem für letztere immer mehr Indizien gibt.

Alle diese Studien betreffen Umweltbelastungen durch Verbrennungs- und Verarbeitungsprozesse. Wie anfangs jedoch erwähnt, mehren sich auch Vorbehalte gegenüber den industriell genutzten Nanopartikeln. Diese werden in einer ganzen Reihe von Produkten schon seit geraumer Zeit eingesetzt, dazu gehören:

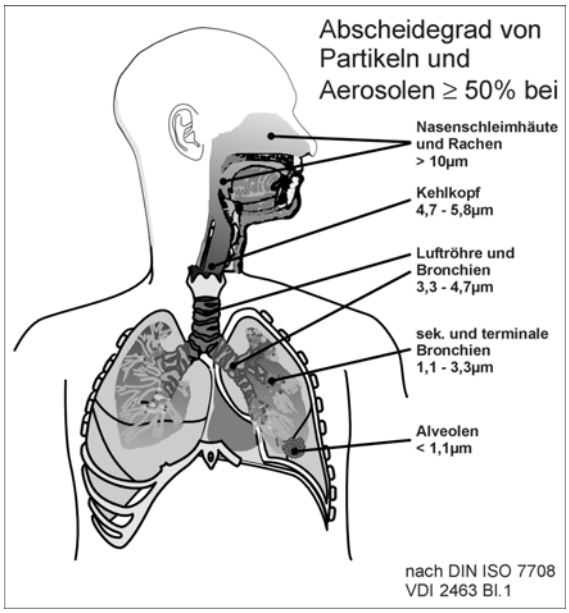
- Cremes/Pasten/Kosmetika/Zahnpasta
- Drucker/Kopierer
- Sonnenschutz
- Farben/Lacke/Kleber u. v. m.
- Autoreifen
- Nahrungsmitteladditiva
- Oberflächenimprägnierung.

Nanopartikel sind aber auch gegenwärtig bei der Herstellung und Verarbeitung dieser Produkte.

Neben den ungewollt in die Umwelt entlassenen Partikeln bilden vor allem in der nahen Zukunft auch weitere technische Produkte eine Expositionsquelle. Folgende Fragen werden dadurch aufgeworfen: Geht mit Produkten auf Basis von Nanopartikeln eine nachweisbare Exposition für den Menschen bei Herstellung, Gebrauch oder Entsorgung einher, auf welchen Wegen erfolgt diese Exposition, wo verbleiben letztlich die Nanopartikel und ist mit diesen ein unzumutbares Risiko verbunden? Für die kleinsten Partikel in der Atemluft wurde geäußert, dass „ultrafeine Partikel (Durchmesser < 0,1µm) in ihrer Konzentration in der Atemluft eher zugenommen haben“, sowie „die Wirkungen auf Herz-Kreislauf-Systeme und auf das autonome Nervensystem möglicherweise extrem relevant für Personen mit entsprechenden Vorerkrankungen sind“ und „die Exposition gegenüber höheren Konzentrationen zu einer Verkürzung der Lebenserwartung bis zu zwei Jahren führen kann“ (Eikmann und Seitz 2002). Bei der Anwendung von Produkten, die ultrafeine Partikel enthalten, sind solche Daten bisher epidemiologisch noch nicht erfasst worden, da es kaum Hinweise für mögliche gesundheitsbeeinträchtigende Wirkungen gibt. Außerdem ist bei Produkten wie Cremes, Farben und Sonnenschutz nicht immer die Lunge betroffen, und ein Produkt, das Nanopartikel enthält oder daraus gebildet wurde, emittiert nicht automatisch wieder solche in die Umgebung. Daher lassen sich die epidemiologischen Studien zur Luftverunreinigung auch nicht ohne weiteres auf andere Formen der Exposition übertragen. Die Exposition über die Lunge durch inhalierbare Stäube ist aber sicherlich der maßgebliche Weg; er gilt für die meisten gesundheitlich relevanten Wirkungen ultrafeiner Stäube bzw. Partikel (Oberdörster 2001) und somit auch für technisch erzeugte Nanoteilchen.

Von ihrer Größe hängt ab, welche Teilchen eingeatmet werden und wo sie im Atemtrakt abgelagert werden. Aus den hierfür vorliegenden experimentellen Daten wurden für die wirkungsbezogene Messung von Staub Konventionen in der DIN ISO 7708 festgelegt (Abb. 2). Die gesamte einatembare Fraktion wird durch PM_{10} und die bis in die Alveolen vordringende Fraktion durch $PM_{2,5}$ (Durchmesser < 2,5 µm) näherungsweise erfasst. In der Europäischen Union gilt gegenwärtig eine Richtlinie für die Luftqualität für PM_{10} von 50 µg/m³ (Jahresmittelwert). Die amerikanische Umweltbehörde Environmental Protection Agency (EPA) hat kürzlich mit 25 µg/m³ auch einen neuen Richtwert für $PM_{2,5}$ eingeführt. Diese Richtwerte berücksichtigen allerdings nur die Massekonzentrationen des Gesamtstaubes (µg/m³) und nicht die Anzahlkonzentrationen (N/m³) der einzelnen Größenfraktionen (vgl. Anmerkung 1).

Abb. 2: Wahrscheinlichkeit für Schwebstaub unterschiedlicher Größe in verschiedene Bereich der Atemwege vorzudringen (nach DIN ISO 7708)



Hier nun setzen die Untersuchungen an, um die Wirkung der ultrafeinen Partikel zu erfassen und mögliche, daraus ableitbare Risiken zu beschreiben.

2 Neue Materialien – Neue Risiken

Die Verkleinerung eines Materials und seine Bearbeitung hat mittlerweile eine Grenze überschritten, nach der die bisherigen Gesetze nicht mehr uneingeschränkt zutreffen. Ein beliebiges Material verhält sich in nanoskaligen Dimensionen auf einmal ganz anders als in seiner „größeren“ Form. Diese neuen Eigenschaften machen eben den Reiz der neuen Technologie aus, wenn plötzlich elektrisch isolierende Stoffe leitend

werden, oder kleine Metallcluster fluoreszieren, farbig oder durchsichtig werden. Durch die Änderung ihrer Eigenschaften wird der Entwicklung neuer Produkte Tür und Tor geöffnet und Nanopartikel werden in vielen neuen Anwendungen zu finden sein. Genauso überraschend wie die direkten Substanzeigenschaften, kann sich aber möglicherweise auch ihr Verhalten in der Umwelt oder in lebenden Organismen verändern. Und hier liegt nun eine große Herausforderung, die Erforschung nicht nur der gewünschten Effekte der neuen Materialien, sondern auch die der unerwünschten Effekte, also der möglichen Nachteile, die mit dieser Technologie verbunden sind. Noch sind wir nicht wirklich auf dem Stand von einer echten „Nanotechnologie“ zu sprechen, sondern nach wie vor handelt es sich um Nanowissenschaften, die noch dabei sind, Eigenschaften und Anwendungen zu erforschen, aber schleichend und nahezu unbemerkt hat sich die Anwendung einiger Nanoteilchen bereits in der Gesellschaft etabliert. Das sind nicht unbedingt solche Anwendungen, die unter den Begriff Nanotechnologie fallen würden, aber es führt eben bereits dazu, dass diese Nanoteilchen in die Umwelt bzw. an oder in lebende Organismen und den Menschen gelangen. Hier nun ist die Wissenschaft gefordert, rechtzeitig mögliche nachteilige Wirkungen zu untersuchen, um den negativen Effekten vorzubeugen. Natürlich müssen wir uns bewusst sein, dass es neue Technologien ohne ein damit einhergehendes Risiko nie geben wird, aber wir können etwas dafür tun, diese Risiken zum einen frühzeitig zu erkennen und zum anderen rechtzeitig durch geeignete Maßnahmen eine Minderung des Risikos herbeizuführen.

3 Gesundheitliche Aspekte

3.1 Zum Mechanismus der Lungenschädigung durch inhalierte Partikel

In unserem Atmungssystem sorgen verschiedene Schutzmechanismen dafür, dass eingeatmete Krankheitserreger und Fremdstoffe keinen Schaden anrichten können. Neben der mechanischen Ausschleusung (Husten, Niesen) spielen unspezifische und spezifische lmmunabwehrprozesse sowie Entgiftungsmechanismen eine wichtige Rolle. Zur Bekämpfung von Bakterien und Viren oder zur Beseitigung nicht-infektiöser Partikel wird lokal eine Entzündungsreaktion ausgelöst oder die vor Ort anwesenden lmmunzellen, in Lungenbläschen sind das Alveolarmakrophagen, werden aktiviert. Dabei werden neben reaktiven Sauerstoffspezies auch Proteine und Lipide freigesetzt, die als chemische Botenstoffe (Mediatoren) auf andere Zelltypen wirken. Dadurch sind z. B. die Epithelzellen, welche die Lungenbläschen auskleiden, oder die Endothelzellen, welche die in unmittelbarer Nachbarschaft liegenden Blutgefäße auskleiden, betroffen. Die einsetzende Bekämpfung der eingedrungenen Fremdkörper kann auch gesundes Gewebe in Mitleidenschaft ziehen, das durch anti-inflammatorische Prozesse geschützt bzw. wieder repariert werden muss. Die Feinregulation (Homöostase) dieses Netzwerks von Mediatoren sorgt dafür, dass der Schaden für die Lunge oder den Organismus begrenzt wird. Eine Unter- oder Überregulierung bestimmter Mediatoren würde zu größeren Schäden und damit zur Verschlimmerung von Erkrankungen führen.

Die inflammatorische Antwort nach Inhalation von feinen und ultrafeinen Partikeln wurde am Menschen sowie mit Ratten eingehend untersucht (Übersicht bei: Oberdörster 2001). Die mit der Einwanderung von Entzündungszellen verbundene Freisetzung von reaktiven Sauerstoffspezies und lysosomaler Enzyme schädigte das Lungenepithel, so dass die Fähigkeit zur Abwehr von Krankheitserregern beeinträchtigt wurde. Die im Umweltaerosol enthaltenen Metalle scheinen bei der Auslösung von Partikel-induzierten Effekten eine wichtige Rolle zu spielen, wie experimentelle und epidemiologische Versuchsansätze zeigen konnten. Als Ursache für die zytotoxische Wirkung von Partikeln werden auch Oberflächeneigenschaften und das elektrokinetische Potenzial von Partikeln diskutiert. Zu den ultrafeinen Stäuben und den Nanopartikeln fehlen solche Untersuchungen noch weitgehend.

3.2 Modellentwicklung zur mechanistischen Bestimmung der Wirkung ultrafeiner Partikel

Im Institut für Toxikologie und Genetik des Forschungszentrums Karlsruhe soll sowohl am Beispiel eines umweltrelevanten Aerosols als auch an synthetischen Modellpartikeln unterschiedlicher Größe (12 – 400 nm) mit lungen-

spezifischen in vitro-Tests herausgefunden werden, welche chemischen Bestandteile und welche Partikelgrößenfraktionen zur toxischen Wirkung beitragen. Als Beispiel für Umweltpartikel wurde Flugstaub aus einer industriellen Hausmüllverbrennungsanlage ausgewählt, weil der Verbrennungsprozess, ähnlich wie bei der Kohleverbrennung, gut untersucht ist und eine hohe Anzahl sehr feiner Partikel darin enthalten ist (Paur et al. 2000).

Im Allgemeinen werden für Toxizitätsstudien Zellkulturen aus der Lunge submers in flüssigen Kulturmedien, in denen die Partikel suspendiert werden, behandelt. In der Lunge kommt der Kontakt mit den inhalierten Partikeln jedoch direkt über die Gasphase zustande. Aus diesem Grund haben wir am Institut für Toxikologie und Genetik eine realitätsnähere Messmethode entwickelt. Wie in der in vivo Situation in der Lunge wird in diesem System die Exposition der Zellen an der Luft/Flüssigkeits-Grenzschicht durchgeführt. Diese Methode ist allerdings technisch sehr aufwändig, denn es muss einerseits ein definiertes Aerosol erzeugt werden, das in einer geeigneten Weise über Testzellen geleitet wird und andererseits müssen die Zellkulturen durch geeignete Trägersysteme über den Testzeitraum funktionell lebensfähig erhalten werden. Bei unserer Methode werden die Zellen auf einer porösen Membran ausgesät, die es den Zellen erlaubt, sich während der Luftexposition durch die Poren mit Flüssigkeit und Nährstoffen zu versorgen (Diabaté et al. 2004).

Nach der Exposition werden die Zellen auf ihre Vitalität und das Kulturmedium auf Mediatoren untersucht, die charakteristisch für entzündliche Veränderungen sind. Dieses in der Entwicklung befindliche Expositionssystem wird es in Zukunft ermöglichen, Vor-Ort-Messungen mit lebenden Zellen durchführen zu können, um an möglichen Quellen direkt die Einflüsse von Partikeln in der Luft nachweisen zu können. Die bisherigen Experimente nach der herkömmlichen Methode (submers-Exposition) haben zu dem Ergebnis geführt, dass ultrafeine synthetische Modell- und Flugaschepartikel bereits bei nicht zytotoxischen Konzentrationen verschiedene Parameter einer entzündlichen Reaktion, z. B. Zytokinbildung, in Lungenzellen induzieren oder verstärken (Diabaté et al. 2002).

Aus den Ergebnissen der beschriebenen Untersuchungen sollen Informationen zur Verfügung gestellt werden, mit denen die Gesundheitseffekte durch partikuläre Luftverschmutzungen aus einzelnen Quellen beurteilt werden können, um dann gezielte technische Maßnahmen zur Emissionsminderung vorzunehmen. Genauso wichtig ist die Einschätzung der Partikelemissionen, die bei der Anwendung von neuen Technologien oder beim Einsatz von neuen Brennstoffen entstehen können, damit die Entwicklungen so frühzeitig wie möglich in die richtige Richtung gelenkt oder Entscheidungen über eine ausgedehntere Anwendung getroffen werden können. Die Expositionssysteme werden helfen, Partikelbelastungen auch am Arbeitsplatz daraufhin überprüfen zu können, inwieweit ein entscheidendes Gesundheitsrisiko von ihnen ausgeht oder nicht.

3.3 Nanopartikel – Risiken (Beispiel Nanotubes)

In der Nanotechnologie sind aktuell Kohlenstoff-Nanoröhrchen für viele Entwicklungen von großem Interesse, und zwar wegen ihrer herausragenden mechanischen, elektrischen und magnetischen Eigenschaften. Es gibt einwandige Nanoröhrchen mit Durchmessern von 1 - 2 nm oder mehrwandige Nanoröhrchen mit Durchmessern von 10 - 30 nm. Beide können eine Länge von mehreren Mikrometern haben und durchaus von Zellen aufgenommen werden. Die potenziellen Gefahren in Bezug auf die Inhalation von Nanoröhrchen, z. B. bei deren Herstellung, sind unbekannt. Bei Inhalationsversuchen an Ratten wurde festgestellt, dass inhalierte Kohlenstoffpartikel beträchtliche Lungenschäden verursachen können und dass das toxische Potenzial mit kleiner werdender Partikelgröße und größer werdender Partikeloberfläche steigt. Vergleichbare Versuche mit Kohlenstoff-Nanoröhrchen sind sehr schwierig, weil sie stark agglomerieren. Bei ersten Versuchen wurden die Partikel in Flüssigkeit suspendiert und in die Atemwege von Ratten instilliert (Warheit et al. 2004). Die höchste Konzentration von 5 mg einwandiger Nanoröhrchen pro kg Körpergewicht führte zu einer Mortalität von ca. 15 % der exponierten Ratten. Die Ursache war allerdings eine Verstopfung der Hauptatemwege durch Partikel-Agglomerate und nicht die mögliche Toxizität der Partikel selbst. Bei den Überlebenden wurde eine transiente Lungenentzündung

sowie die Bildung von multifokalen Granulomata beobachtet. Das Auftreten von Granulomata bei Abwesenheit anderer schädlicher Effekte scheint nicht dem normalen Paradigma zu folgen, das durch toxische Stäube wie Quarz oder Asbest entsteht. Exposition mit diesen Stäuben führt zu Zellschäden, Entzündung und Fibrose. Wegen der starken Agglomeration in Suspensionen ist es unumgänglich, diese Partikel als Aerosol in einer Inhalationsstudie oder mit einem in vitro-Test zu untersuchen. Ebenfalls für Aufregung sorgten die von E. Oberdörster in einem Vortrag präsentierten Daten zu Nanotubes und Fullerenen, die in aquatischen Systemen auf Flohkrebse wie auf Fische toxisch wirkten und dabei vor allem in den Gehirnen der Fische Probleme verursachten (Oberdörster 2004). Die hier aufgeführten Studien belegen gleichzeitig, wie wichtig es ist, keine voreiligen Schlüsse aus einzelnen Ergebnissen zu ziehen, die noch nicht von unabhängiger Seite wiederholt bzw. durch weitere Experimente bestätigt wurden. Während bei der Instillation der Nanotubes in Ratten- und Mäuselungen die Tiere eher erstickt sind, weil es zum Verschluss der oberen Bronchien kam, ist die Studie von Frau Oberdörster bisher noch nicht veröffentlicht und auch noch nicht durch andere Studien erhärtet worden. Außerdem ist es noch unklar, inwieweit die von ihr beschriebene Lipidperoxidation tatsächlich eine Schädigung des Gehirns nach sich zieht, wie in den Gazetten berichtet wird. Hier wird noch sehr viel Arbeit zu tun sein, um zu statistisch sicheren und damit auch validierten Aussagen zu kommen.

3.4 Nanopartikel – Chancen

Mit der Entwicklung neuer Materialien und der Verbesserung analytischer Systeme geht auch immer ein Aufschwung der verschiedensten Anwendungen einher. Neben einem Einsatz nanostrukturierter Materialien im technischen Bereich finden Nanoteilchen auch ihre Anwendung in Biologie und Medizin. Verschiedene Produkte sind bereits im molekularbiologischen Labor etabliert, wie z. B. die Verwendung von fluoreszierenden Nanopartikeln, so genannten Quantumdots, zur Markierung von Zellstrukturen oder magnetische Nanopartikel zum einfachen Separieren von Proteinen oder Zellorganellen. Die Quantumdots haben gegenüber herkömmlichen Fluoreszenzfarbstoffen den großen Vorteil, dass ihre Fluoreszenz nicht ausbleicht. Funktionalisierte Nanotubes aus Kohlenstoff werden schon als Biosensoren verwendet, sie können spezifisch klinisch relevante Biomoleküle detektieren. In der Medizin werden die Eigenschaften der Nanoteilchen zur Verbesserung der Pharmakotherapie genutzt. Nanopartikel können als Transportsystem für Medikamente verwendet werden und können so die Löslichkeit eines Pharmakons deutlich gegenüber der des freien Medikaments erhöhen, des weiteren sind sie imstande, Nebenwirkungen zu reduzieren oder verhindern den schnellen Abbau von Arzneimitteln. Bei Augenerkrankungen werden Partikel aus Chitosan, einem Polysaccharid, das eine gute Bioadhäsion aufweist, permeabilitätssteigernd wirkt und wenig toxisch ist, als Vehikel für Medikamente benutzt. So wird eine selektive und verlängerte Pharmakotherapie an der Mucosa des Auges ermöglicht. Auch beim Transport von Medikamenten über die Blut-Hirn Schranke können Nanopartikel von Nutzen sein. Durch Nanopartikel, die mit Polysorbat bedeckt sind, können Medikamente, wie das Antibiotikum Doxorubicin, das zur Krebstherapie verwendet wird, direkt über eine Rezeptorwechselwirkung in Endothelzellen des Gehirns und somit in die Hirnblutgefäße gelangen (Kreuter 2001). Mittlerweile gibt es viele weitere Ansätze, Nanoteilchen für die Diagnose und Therapie von Tumoren einzusetzen (Brigger et al. 2002; Roy et al. 2003; Steiniger et al. 2004). Dabei werden sogar Modelle erstellt, welche die Therapie individuell an den Patienten anpassen (Li et al. 2002). Einige Arzneimittel auf der Basis von Nanopartikeln befinden sich im Stadium der ersten klinischen Studien. Des Weiteren ist es mit Hilfe von bestimmten Silica sowie anderer Nanoteilchen möglich, Gen-Transfer durchzuführen, d. h. DNA kann, gekoppelt an solche winzigen Strukturen, stabiler und effizienter in die Zielzellen eingebracht werden. Darunter befinden sich auch Epithel- bzw. Endothelzellen als mögliche Targets, die von besonderer Bedeutung sind. Für Endothelzellen konnte gezeigt werden, dass sie Partikel in der Größe von 277 bis 372 nm gut aufnehmen können. Unsere eigenen Arbeiten machten darüber hinaus deutlich, dass kleinere Partikel mit einem Durchmesser unter 100 nm noch effektiver in die Zelle gelangen können, wobei der genaue Aufnahmemechanismus noch ungeklärt ist.

4 Resümee

Soviel Potenzial in den neuen Materialien enthalten ist, soviel Unwissenheit besteht aber auch über ihre möglichen nachteiligen Wirkungen in der Umwelt oder im Organismus. Sei es am Arbeitsplatz, bei der Herstellung, bei der technischen Anwendung oder bei der Verwendung als Medikament, immer werden diese Nanoteilchen auch „Nebenwirkungen“ haben, die genauestens gegen die Vorteile abgewogen werden müssen, bevor sie bedenkenlos zum Einsatz kommen. Allerdings hat zu den technischen Entwicklungen neuer Nanomaterialien bereits frühzeitig eine Diskussion in der Öffentlichkeit eingesetzt, die nun dazu führt, dass umfangreiche Untersuchungen möglicher gesundheitlicher Beeinträchtigungen eingeleitet werden. Gerade jetzt werden die Aktivitäten sowohl von der Umwelttoxikologie, der Hygieneinstitute und auch anderer akademischer Forschungseinrichtungen verstärkt, um eventuelle Nachteile und unerwünschte Nebenwirkungen der neuen Materialien frühzeitig zu erkennen.

Anmerkung

1) Eine Probe, die aus Teilchen von 10 nm Durchmesser besteht, weist eine 300 mal größere Oberfläche und eine ein Million mal so große Teilchenzahl auf wie eine Probe gleicher Gesamtmasse aus 1 µm großen Partikeln.

Literatur

Brigger, I.; Dubernet, C.; Couvreur, P., 2002: Nanoparticles in cancer therapy and diagnosis. Adv. Drug Deliv. Rev. 54, S. 631-651

Diabaté, S.; Mulhopt, S.; Paur, H.R.; Wottrich, R.; Krug, H.F., 2002: In vitro effects of incinerator fly ash on pulmonary macrophages and epithelial cells. Int. J. Hyg. Environ. Health 204, S. 323-326

Diabaté, S.; Völkel, K.; Wottrich, R.; Krug, H.F., 2004: Macrophages and epithelial cells in co-culture as sensitive targets for pulmonary toxicity assessment. In: Heinrich, U. (ed.): Effects of air contaminants on the respiratory tract – Interpretation from molecular to meta analysis. Hannover: Fraunhofer IRB Verlag, S. 233-243

Eikmann, T.; Seitz, H., 2002: Klein, aber oho! Von der zunehmenden Bedeutung der Feinstäube. Umweltmed. Forsch. Prax. 7, S. 63-64

Kreuter, J., 2001: Nanoparticulate systems for brain delivery of drugs. Adv. Drug Deliv. Rev. 47, S. 65-81

Li, K.C.; Guccione, S.; Bednarski, M.D., 2002: Combined vascular targeted imaging and therapy: a paradigm for personalized treatment. J. Cell Biochem. Suppl 39, S. 65-71

Oberdörster, E., 2004: http://www.washingtonpost.com/ac2/wp-dyn/A31881-2004Mar28?language=printer%20- und http://www.boston.com/news/science/articles/2004/04/06/are_tiny_man_made_particles_a_health_threat/

Oberdörster, G., 2001: Pulmonary effects of inhaled ultrafine particles. Int. Arch. Occup. Environ. Health 74, S. 1-8

Paur, H.R.; Bauman, W.; Becker, B.; Mätzing, H.; Seifert, H., 2000: Technische Maßnahmen zur Minderung von Verbrennungsaerosolen. Nachrichten 32, S. 148-157

Roy, I.; Ohulchanskyy, T.Y.; Pudavar, H.E.; Bergey, E.J.; Oseroff, A.R.; Morgan, J.; Dougherty, T.J.; Prasad, P.N., 2003: Ceramic-based nanoparticles entrapping water-insoluble photosensitizing anticancer drugs: a novel drug-carrier system for photodynamic therapy. J. Am. Chem. Soc. 125, S. 7860-7865

Steiniger, S.C.; Kreuter, J.; Khalansky, A.S.; Skidan, I.N.; Bobruskin, A.I.; Smirnova, Z.S.; Severin, S.E.; Uhl, R.; Kock, M.; Geiger, K.D.; Gelperina, S.E., 2004: Chemotherapy of glioblastoma in rats using doxorubicin-loaded nanoparticles. Int. J. Cancer 109, S. 759-767

Thurston, G.D., 1996: A critical review of PM10-mortality time-series studies. J. Expo. Anal. Environ. Epidemiol. 6, S. 3-21

Warheit, D.B.; Laurence, B.R.; Reed, K.L.; Roach, D.H.; Reynolds, G.A.; Webb, T.R., 2004: Comparative pulmonary toxicity assessment of single-wall carbon nanotubes in rats. Toxicol. Sci. 77, S. 117-125

Kontakt

Dr. Harald F. Krug
Forschungszentrum Karlsruhe
Institut für Toxikologie und Genetik (ITG)
Postfach 36 40, 76021 Karlsruhe
Tel.: +49 (0) 72 47 / 82 - 32 62
Fax: +49 (0) 72 47 / 82 - 35 57
E-Mail: Harald.Krug@itg.fzk.de
Internet: http://itgmv1.fzk.de/itg/itg_home.html

«

Roadmapping als eine Erweiterung des „Methoden-Werkzeugkastens“ der Technikfolgenabschätzung?

von Ulrich Fiedeler, Torsten Fleischer, Michael Decker, ITAS

Bei der Untersuchung von Emerging Technologies wie „Nanotechnologie“ sieht sich die Technikfolgenabschätzung vor methodische Herausforderungen gestellt. Der noch frühe Entwicklungsstand der Technologie – häufig eher Forschung als Technologie – und das damit einhergehende Unwissen ihrer zukünftigen Ausprägung erschwert die systematische Erarbeitung gesellschaftlich relevanter Folgen ihres Einsatzes. Um nicht in reine Spekulation abzugleiten, muss eine fundierte Vorstellung von Anwendungen dieser Technologie erarbeitet werden. Daher wird in diesem Beitrag untersucht, inwiefern Roadmapping sich als geeignetes Instrument erweist, eine Brücke zwischen Forschung und Anwendung zu schlagen und somit existierende Anwendungskonzepte auf eine solide Basis zu stellen. Roadmapping dient in diesem Zusammenhang als eine Voruntersuchung, die die folgende Reflexion der wissenschaftlichen, ökonomischen und gesellschaftlichen Auswirkungen der neuen Technologie erst ermöglicht.

1 Einleitung

Ein Problem, welches die Technikfolgenabschätzung seit ihrem Beginn begleitet, ist die Frage, bei welchem Entwicklungsstand der Technik sie einsetzten sollte. Ist eine Technik vollständig ausgereift und wird sie schon seit längerem angewandt, so können die Folgen dieser Technik gut studiert und oft auch mit Zahlen belegt werden. Andererseits lässt sich ihre Entwicklung dann kaum noch beeinflussen. Erkannte schädliche Auswirkungen können nur mit erheblichem finanziellen Aufwand und zeitlicher Verzögerung verhindert bzw. begrenzt werden. Befindet sich jedoch eine Technik in einem frühen Entwicklungsstand, in dem ihre möglichen Anwendungen und die mit ihr verbundenen Herstellungsverfahren noch weitgehend unbestimmt sind, dann können zwar Modifikationen mit vergleichsweise geringen Widerständen umgesetzt werden, belastbare Aussagen über ihre gesellschaftlichen und umweltbezogenen Auswirkungen lassen sich jedoch kaum machen.

Obwohl den Nanotechniken (NT)[1] von vielen Experten ein bedeutender Einfluss auf die zukünftigen gesellschaftlichen Entwicklungen zugeschrieben wird, bestehen diese größten Teils nur in Form von Forschungsvorhaben und Produktideen, deren Realisierungsmöglichkeiten z. T. jedoch noch vollständig ungewiss sind. Will man zum heutigen Zeitpunkt bereits Aussagen zu den ökonomischen und ökologischen Folgen dieser Nanotechniken machen, findet man sich auf der einen Seite des oben erwähnten Dilemmas wieder. Auf Grund des frühen Entwicklungsstandes gibt es keine fundierten Zahlen und Erfahrungen, auf denen die Abschätzung der Folgen der Nanotechniken basieren könnten. Meistens gibt es noch nicht einmal eine Vorstellung, für welche Produkte die unter der Bezeichnung Nanotechnologie betriebene Forschung einmal verwendet werden könnte. Von einem Prototyp-Stadium, das oft als Voraussetzung für das oben beschriebene Analyseziel angesehen wird, ist man häufig noch weit entfernt.

Neben diesem sehr frühen Entwicklungsstand erschwert ein weiteres Charakteristikum der Nanotechnologie die Erforschung ihrer Folgen: Sie ist eine „enabling technology“. Das bedeutet, dass nicht die Nanotechnologie selbst das Produkt ist, welches von dem Nutzer angewendet wird, sondern dass sie die Funktionalität eines Produktes erweitert (z. B. die Entspiegelung von Kunststoffgläsern) oder erst ermöglicht (wie z. B. transparente Keramik). Das bedeutet aber auch, dass ein und dieselbe Nanotechnologie in verschiedenen Produkten zum Einsatz kommen kann, die wiederum für ganz unterschiedlichen Anwendungen dienen. Ein klassisches Beispiel für eine „enabling technology“ ist die Halbleitertechnik. Unter anderem ist genau diese Tatsache, das Nanotechnologie eine „enabling technology“ ist, die Ursache, warum sie von einigen Experten als eine Schlüsseltechnologie angesehen wird.

Wenn es also stimmt, dass sich die Nanotechnologie noch in einem sehr frühen Entwicklungsstadium befindet, dann muss man zunächst fragen, warum man überhaupt versuchen sollte, schon jetzt ihre gesellschaftlichen, ökonomi-

schen und ökologischen Wirkungen abzuschätzen. Zum einen gibt es viele, die diesen Techniken das Potenzial zusprechen, Bahn brechende Veränderungen hervorzurufen, die sich nahezu auf alle Lebensbereiche erstrecken werden. Da auch Reflexionsprozesse einen gewissen zeitlichen und analytischen Vorlauf benötigen (siehe den Beitrag von Armin Grunwald in diesem Schwerpunkt), ist man hier gut beraten, mit deren Vorbereitung und Umsetzung rechtzeitig zu beginnen. Zweitens wird derzeit bereits viel Geld unter diesem Namen für Forschung ausgegeben. Technikfolgenabschätzung könnte hier Entscheidungshilfen für die Forschungspolitik liefern und Strategiefindung unterstützen. Und drittens hat parallel zu den Preisungen der Nanotechnologie (ganz nach dem Motto: Wo viel Licht ist, da ist eben auch viel Schatten) bereits eine Debatte über deren Risiken eingesetzt. Auch hierzu werden von der Technikfolgenabschätzung fundierte Beiträge erwartet.

Beide Merkmale der Nanotechnologie, der vergleichsweise frühe Entwicklungsstand und ihr funktionsgebender Charakter, führen auf ein gemeinsames Problem bei der Abschätzung der Folgen dieser Technik: ihre Nutzungskontexte sind nicht bekannt. Die Kenntnis des Zusammenhangs, in dem ein Produkt oder ein technisches Verfahren angewendet wird, ist jedoch die notwendige Voraussetzung, um wichtige Implikationen einer Technik beurteilen zu können. Hier zeigt sich, dass Technik eben nicht nur die technische Umsetzung von Forschungsergebnissen ist, sondern ihre Folgenanalyse die Einheit aus technischem Artefakt und Anwender betrachten muss. Technik kann nicht losgelöst vom gesellschaftlichen Gesamtsystem betrachten werden (MacKenzie und Wajcman 1985). So kann erst analysiert werden, ob z. B. der Nutzer mit den Bestandteilen des Produktes in Kontakt kommt, ob bei der Verwendung Stoffe in die Umwelt gelangen, die eine Gefahr für Pflanzen, Tiere und Menschen darstellen oder ob die Nutzung mit den weithin akzeptierten ethischen Vorstellungen in Konflikt gerät, wenn eine hinreichend konkrete Vorstellung von einem Produkt, einer Anwendung oder einem Verfahren existiert.

Die Rolle der Nanotechnologie als funktionsgebende Technik bringt es mit sich, dass die damit verbundenen Entwicklungen in der Regel keinen unmittelbaren Produktbezug haben. Vielmehr bedarf es für viele technische Anwendungen weiterer Verarbeitungs- und Integrationsschritte, um nanotechnologiebasierte Komponenten in ein funktionales – und dann mit den Mitteln und für die Ziele der TA analysierbares – System einzubinden. Diese Schritte liegen in der Regel weder unmittelbar auf der Hand noch sind sie problemlos technisch umsetzbar. Mit ihnen sind häufig weitere Entwicklungsanstrengungen – die üblicherweise nicht der Nanotechnologie zugerechnet werden – verbunden, welche ihrerseits eine wesentliche Rolle für die technische und wirtschaftliche Realisierbarkeit der Anwendungsvision spielen können. Mit anderen Worten: Es ist ein Zusammenhang herzustellen zwischen den „Nanotechnologie“-FuE-Aktivitäten und den Anwendungsvisionen, auf die diese Aktivitäten zielen.

2 Die Methodik des „Roadmapping“ als möglicher Ansatz

Für diese Zwecke bietet es sich an, die unter dem Begriff „roadmapping“[2] diskutierten Verfahren einer Überprüfung auf ihre Verwendbarkeit zu unterziehen. Dabei ist der Begriff zunächst schillernd. Nach Kostoff und Schaller (2001) bezeichnet „road map“ generisch „a layout of paths or routes that exists (or could exist) in some particular geographical space. … (It) serves as a traveler’s tool that provides essential understanding, proximity, direction, and some degree of certainty in travel planning“.

Für unsere Zwecke kann man Roadmapping als einen Oberbegriff für eine Gruppe von Verfahren verstehen, die als Strukturierungs- und Entscheidungshilfen für Strategieentwurf und -planung in Organisationen, die an der Entwicklung von Wissenschaft und Technik teilnehmen oder von ihr abhängen, dienen sollen. Inzwischen sind verschiedene Formen von Roadmaps ausgearbeitet worden, über die wir im Folgenden einen kurzen Überblick geben wollen. Für eine detailliertere Diskussion von „Roadmaps“, ihrer Reichweite, Ziele, Methoden und Zeithorizonte verweisen wir auf Kostoff and Schaller (2001) oder Da Costa et al. (2003).

Als Keimzelle der Entwicklung gilt das „Technology Roadmapping“, das ursprünglich als eine Methode der strategischen Technologieplanung innerhalb eines Unternehmens entwickelt worden ist (Groenveld 1997). Aus-

gangspunkt war die Tatsache, dass die Investitionskosten für die Entwicklung neuer Produkte in steigendem Maße zu den Gesamtkosten der Produktion beitrugen. Ursachen hierfür waren die zunehmende Komplexität der Produkte, aber auch die Verkürzung der Produktzyklen und damit verbunden die Verkürzung der Amortisationszeit. Um Fehlentwicklungen zu minimieren, müssen daher die Bedürfnisse des Kunden bzw. des Marktes bereits während der Entwicklungsphase in das Produkt einfließen. Roadmapping dient hier also als eine Methode, die Marktnachfrage mit dem technischen Können des Unternehmens zu verbinden.

Darauf aufbauend wurde eine Vielzahl von weiteren Konzepten des Roadmappings erarbeitet. Als Beispiele seien hier das Produkt-Roadmap (*Motorola*), Industrie-Roadmap (*SIA*), Branchen-Roadmap (*Roadmap der Chemischen Industrie*) und das Projekt- oder Themenspezifische Roadmap (*Israel*) genannt. Ein Produkt-Roadmap untersucht die Bedingungen und Voraussetzungen, die nötig sind, ein neues Produkt bis zur Marktreife zu entwickeln. Während dieser Ansatz sich auf ein einzelnes Unternehmen bezieht, sind bei einem Industrie-Roadmap die unternehmensübergreifenden Produktentwicklungen Untersuchungsgegenstand. Hier geht es darum aufzuzeigen, was die einzelnen Unternehmen zur Weiterentwicklung eines Industriezweiges beitragen können. Das bekannteste Beispiel eines Industrie-Roadmaps ist die regelmäßig aktualisierte „International Technology Roadmap for Semiconductors (ITRS)“, die auf eine Initiative der Semiconductor Industry Association zurückgeht und darum auch als SIA-Roadmap bekannt ist. Untersuchungsgegenstand eines Roadmap können aber auch politische Ziele sein. Auch hier geht man vom Status quo aus und versucht, die Schritte und ihre Voraussetzungen aufzuzeigen, die nötig sind um ein – hier politisches – Ziel zu erreichen.

Während selbstverständlich die verschiedenen Untersuchungsgegenstände ganz verschiedene Fragen aufwerfen, so besitzt der Prozess des Roadmappings auch eine Zahl von Gemeinsamkeiten. So wird in der Regel in der Anfangsphase eine Vision des Ziels festgelegt, gegebenenfalls zuvor auch erst noch entwickelt. Diese stellt zunächst den Ausgangspunkt der Untersuchung dar. Ausgehend hiervon und von der Analyse der bestehenden Situation bzw. der vorgefundenen Bedingungen werden dann verschiedene mögliche Umsetzungswege identifiziert und auf ihre Machbarkeit hin untersucht. Es werden entscheidende Hindernisse benannt und eine Prognose bezüglich Zeitraum und Aufwand für deren Überwindung entwickelt. Dadurch wird die „Ziel-Vision“ im Laufe der Untersuchung konkretisiert, ggf. auch modifiziert, und Strategien für deren Realisierung erarbeitet. Charakteristisch für das Roadmapping ist, dass diese Untersuchungen unter Einbeziehung möglichst aller beteiligten Institutionen, Abteilungen oder Personen erarbeitet werden. Ziel ist es, das Wissen derjenigen, die bei der Realisierung des Produkts bzw. des politischen Ziels eine Rolle spielen, frühzeitig in den Entwurf mit einzubeziehen.

3 Roadmapping als Bestandteil von TA zur Nanotechnologie

Wie bereits beschrieben, kann man sich in erster Näherung, dem Namen entsprechend, ein Roadmap in Analogie zu einer Straßenkarte als einen Plan vorstellen, der verschiedene Wege aufzeigt, von einem Ausgangspunkt startend ein Ziel zu erreichen. In diese Karte sind die Hindernisse eingezeichnet, die auf den verschiedenen Wegen zum Ziel überwunden oder umgangen werden müssen. Für den Bereich der Nanotechnologie bedeutet dies, dass mittels der Methode des Roadmappings eine Verknüpfung zwischen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten und deren möglicher technischer Anwendung in Form eines Produktes oder eines Verfahrens hergestellt werden soll. Erst dadurch können nanotechnologiebezogene Entwicklungen mit für TA zugänglichen und interessanten Analysegegenständen in Beziehung gesetzt werden. Insofern ist dies eine essentielle Voraussetzung für umfassendere TA-Untersuchungen zu vielen Nanotechniken und für die Belastbarkeit von Aussagen aus Potenzial- und Folgeanalysen zur Nanotechnologie.

Die derzeit kursierenden Verknüpfungen von Forschung mit einer möglichen Anwendung basieren meist darauf, dass recht willkürlich und intuitiv eine Eigenschaft oder eine formale Analogie des untersuchten Objektes herausgegriffen wird und auf Grund dieser dem Objekt ein (gewaltiges) technisches Potenzial

zugesprochen wird. So führt beispielsweise die Tatsache, dass der Elektronentransport innerhalb von Kohlenstoff-Nanoröhren weitgehend verlustfrei vonstatten geht, zu der Vorstellung, dass Kohlenstoff-Nanoröhren einen wichtigen Beitrag zur Lösung des Energieproblems leisten könnten (Smalley 2003). Vor diesem Hintergrund soll das Verfahren des Roadmapping zu einer fundierteren Verknüpfung von Forschung und Anwendung beitragen, die es dann auch ermöglicht, gesellschaftliche Konsequenzen dieser Anwendung (und ihrer Herstellung) auf einer solideren analytischen Basis zu erörtern. Damit soll das Roadmapping auch dazu dienen, berechtigte Erwartungen von übertriebenen Hoffnungen zu unterschieden. Durch die fundierte Analyse des Potenzials einer Anwendung besteht aber auch die Möglichkeit, dass auf diese Weise wichtige (kritische) Technologien identifiziert werden könnten.

Neben der Validierung der Verknüpfung von Forschung mit einer Anwendung soll das Roadmapping aber auch dazu dienen, einzelne Gebiete im breiten Feld der Nanotechniken zu kartieren und zu strukturieren. Dies betrifft sowohl die Thematik als auch den Zeithorizont der verschiedenen Ansätze, die unter dem Begriff der Nanotechnologie verfolgt werden. Dabei wollen wir hier ausdrücklich erwähnen, dass es in dem von uns anvisiertem Projekt nicht darum gehen kann, eine vollständige Übersicht über alle nanotechnologischen Entwicklungen – ein Nanotechnologie-Roadmap – zu entwickeln. Dies dürfte schon an der Unschärfe des Begriffs Nanotechnologie scheitern (siehe auch Decker et al. in diesem Schwerpunkt). Vielmehr könnte ein solches Unterfangen helfen, Verknüpfungen zwischen Gebieten oder Verzweigungen, die von nanotechnischen Entwicklungen zu verschiedenen Produkten führen, aufzudecken und so nach und nach größere Teile des technischen Möglichkeitsraumes zu strukturieren.

4 Wie könnte ein solcher Prozess aussehen?

Während in den vorherigen Abschnitten versucht worden ist, eine allgemeine Übersicht zu geben, sollen nun im Folgenden erste Überlegungen für einen konkreten Roadmapping-Prozess als methodische Vorleistung für eine Technikfolgenabschätzung vorgestellt werden. Dabei wurden erprobte methodische Ansätze für Produkt- und Technologie-Roadmapping zugrunde gelegt, diese – mit der Perspektive eines Unternehmens entwickelten – Konzepte jedoch für unsere Zwecke modifiziert.

Produkt-Roadmapping ist dadurch gekennzeichnet, dass im Rahmen der Erstellung der Roadmap, des Roadmappings, eine Verknüpfung von Kundennachfrage und technischer Expertise des Unternehmens erstellt wird. Für eine Forschungsinstitution sieht die Analyse des „Marktes“ naturgemäß etwa anders aus. Grundsätzlich lassen sich natürlich auch hier Verfahren zur Identifikation von Entwicklungszielen und der Bestimmung ihrer (gesellschaftlichen) Relevanz denken. Dies frühzeitig in einen Prozess integrieren zu wollen, der zunächst darauf gerichtet ist, fundierte Grundlagen für eine Verknüpfung von Anwendungsvisionen mit Forschungsvorhaben zu erarbeiten, birgt aber unseres Erachtens die Gefahr, diesen von Anbeginn zu überfrachten. Aus diesem Grunde soll zunächst darauf verzichtet und vielmehr darauf gebaut werden, aus den existierenden – angestrebten oder als Leitvision dienenden – Entwicklungszielen ein geeignetes auswählen oder quasi normativ setzen zu können. Dieses kann – ähnlich der Produktvision – insofern visionär sein, als dass z. B. für deren Umsetzung noch umfangreiche Forschungsfragen zu lösen sind oder die für die Fragestellung benötigte experimentelle Genauigkeit derzeit noch nicht erreichbar ist.

Ist ein solches Ziel gefunden und spezifiziert, werden die technischen Voraussetzungen ermittelt, die zu seiner Realisierung erforderlich sind. Im nächsten Schritt wird – einem Backcasting-Ansatz vergleichbar – untersucht, welche Entwicklungsschritte benötigt würden, um dieses zu erreichen. Dabei gilt es, zu identifizieren

- was mit welcher Spezifikation noch entwickelt werden muss,
- mit welchen Schwierigkeiten zu rechnen ist und wie diese überwunden werden können,
- mit welchem Zeithorizont dies realisierbar erscheint und welche Aufwendungen dafür ggf. zu erwarten sind,
- ob es Problemstellungen gibt, für die mit dem bisherigen Wissensstand keine Lösung zu erzielen ist („red bricks“) und

- ob Alternativen zu den anvisierten Lösungen oder Pfaden existieren.

Dabei bedient sich der konkrete Roadmapping-Prozess vieler etablierter Methoden, die die Kommunikation aller wissenschaftlicher Disziplinen beziehungsweise aller Beteiligten ermöglichen, wie Expertenworkshops oder Experteninterviews, SWOT-Analyse, Zukunftswerkstätten oder Szenariobuilding. An der Erarbeitung des Roadmaps sollen zunächst möglichst alle von der Thematik berührten Bereiche einer Institution, gegebenenfalls auch Externe, beteiligt werden. Somit dienen der Roadmapping-Prozess sowie das erstellte Roadmap nicht nur der Strukturierung und Strategiefindung, sondern auch der internen Kommunikation über Entwicklungsziele und -bedingungen.

Mögliche Hindernisse bei der Erreichung des Ziels können technischer, ökonomischer, rechtlicher, ethischer oder sozialer Art sein. Da beispielsweise eine rechtliche Regulierung eine technische Veränderung zur Folge haben kann, die dann wiederum ökonomische Folgen mit sich bringt, ist es entscheidend, eine interdisziplinäre Kommunikation zu erreichen. Eine solche Forderung entsteht auch aus dem Charakter von Nanotechnologie selbst, die als interdisziplinäre Forschung anzusehen ist, in die physikalische, chemische, biologische und ingenieurwissenschaftliche Aspekte einfließen. Die diskursive und fachbereichsübergreifende (*crossfunctional*) Methode des Roadmapping bietet den beteiligten Forschern die Möglichkeit, Teams zu bilden, wissenschaftliche und technische, aber auch wirtschaftliche Fragestellungen zu diskutieren und eventuelle Folgendimensionen zu identifizieren und ggf. schon in frühen Entwicklungsphasen einer Technik zu berücksichtigen. In diesem Zusammenhang besteht eine wichtige Aufgabe des Koordinators des Roadmapping-Projekts darin, als Organisator wissenschaftlicher Diskussionsplattformen zu agieren.

5 Zusammenfassung

Es ist unsere Hoffnung, dass ein erfolgreicher Roadmapping-Prozess für alle Beteiligten als nützlich und erkenntnisbringend ist. Für die TA liegt dies im Ansatz auf der Hand:

- die Verknüpfung von Themen der nanotechnologiebezogenen Forschung und Entwicklung mit konkreten Ideen für Anwendungen und Produkte herzustellen und so einen Bezug zwischen „Nano“, „Technik“ und „Folgenabschätzung“ herstellen zu können,
- das breite Feld der Nanotechnologie zu strukturieren (sowohl thematisch als auch was den Zeithorizont der Entwicklungen anbelangt) und
- kommunikative Aufgaben von Technikfolgenabschätzung zu Nanotechnologie besser bedienen zu können.

Da erst über die Produkte und Anwendungen die Forschungsaktivitäten der Einschätzung ihrer ökologischen und gesellschaftlichen Folgen zugänglich werden, ist diese Verknüpfung zwischen Forschung und Produkt oder Verfahren essenziell für die Technikfolgenabschätzung einer sich noch in den Anfängen befindlichen Technologie.
Aber auch den beteiligten Wissenschaftlern und Entwicklern sowie den durch sie vertretenen Institutionen sollte aus dem Ansatz ein Zugewinn erwachsen:

- Es besteht ein Bedarf zu erkennen, was die relevanten Forschungsfragen sind. Diese Relevanz kann sich durchaus auf die Realisierung von neuen Produkten beziehen. Bei der Ermittlung der Relevanz müssen die gleichen Probleme gelöst werden, die auch zu überwinden sind, wenn innerhalb eines Unternehmens entschieden werden soll, für welche Produktentwicklung die zur Verfügung stehenden Ressourcen eingesetzt werden sollen. Das heißt, eine komplexe Struktur von Zusammenhängen muss transparent gemacht werden und die verschiedenen Unsicherheiten der zu erwartenden Entwicklungen müssen bewertet werden.
- Der *einzelne* Wissenschaftler ist mit dem Herausfinden der relevanten Forschungsfragen oft überfordert. Für diese Bewertung benötigt er den transdisziplinären Austausch, insbesondere um die für die kommerzielle Umsetzung relevanten Parameter erkennen zu können. Letzteres ist umso wichtiger, je näher der Forschungsgegenstand an die Realisierung eines Produkts heranreicht. Ergebnis eines Roadmappings könnte auch das Entdecken neuer Anwen-

dungsfelder für die eigenen Forschungsergebnisse sein, also die Relevanz der eigenen Forschungsergebnisse für derzeit noch offene Fragen, die in anderen Bereichen die Weiterentwicklung von Produkten hemmt.

- Die Analyse des eigenen Portfolios und ihr Zuschnitt auf die angestrebten Forschungsaktivitäten versprechen einen effektiveren Einsatz von Ressourcen.

Anmerkungen

1) Es erscheint uns wenig sinnvoll, gegen eine in den sprachlichen Alltag eingedrungene Semantik „anschreiben“ zu wollen und vernünftigerweise *generell* eher von „Nanotechniken“ zu reden. Wir bleiben im Folgenden bei der Benennung des gesamten Gegenstandsbereiches bei der eingeführten Terminologie.
2) Während ein Roadmap das – meist grafisch aufgearbeitete – Ergebnis bezeichnet, wird mit Roadmapping der gesamte Prozess der Erstellung dieses Roadmaps bezeichnet. Der Begriff Roadmapping betont also mehr den Prozesscharakter des Erstellens, während der Ausdruck Roadmap die Betonung auf das Ergebnis legt.

Literatur

Da Costa, O.; Boden, M.; Punie Y.; Zappacosta, M., 2003: Science and Technology Roadmapping: From Industry to Public Policy. IPTS Report Vol. 73(2003)

Galvin, R., 1998: Science Roadmaps. In: Science 280(1998) No. 5365, p. 803

Groenveld, P., 1997: Roadmapping Integrates Business and Technology. Research Technology Management, September

Kostoff, R.N.; Schaller, R.R., 2001: Science and Technology Roadmaps. In: IEEE Transactions on Engineering Mgmt. 48(2001)2, pp.132-143

MacKenzie, D.; Wajcman, J. (eds.), 1985: The Social Shaping of Technology: How the Refrigerator Got Its Hum. Milton Keynes: Open University Press

Smalley, R., 2003: Nanotechnology, Energy and People. Speech at the MIT Enterprise Forum, Houston, January 22, 2003. Transkript http://smalley.rice.edu/Presentations/Transcript%20MIT%20Forum%20RES%20edit.doc

Kontakt

Dr. Ulrich Fiedeler
Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
Postfach 36 40, 76021 Karlsruhe
Tel.: +49 (0) 72 47 / 82 – 46 44
Fax: +49 (0) 72 47 / 82 – 60 45
E-Mail: fiedeler@itas.fzk.de
Internet: http://www.itas.fzk.de

«

Ethische Aspekte der Nanotechnologie. Eine Felderkundung*

von Armin Grunwald, ITAS

Parallel zur öffentlichen Diskussion über Nanotechnologie ist zögerlich eine Debatte über „Nanoethik“ angelaufen. Sie besteht vorläufig eher in tastenden Annäherungen an mögliche ethisch relevante Aspekte der Nanotechnologie als in systematischen Betrachtungen. Die Analyse zeigt, dass es kaum genuin neue ethische Aspekte in der Nanotechnologie gibt. Vielmehr sind es zumeist graduelle Akzent- und Relevanzverschiebungen in prinzipiell bereits bekannten Fragestellungen, die zu ethischen Diskussionen der Nanotechnologie Anlass geben. Neue Fragen werden vor allem dadurch aufgeworfen, dass sich im Feld der Nanotechnologie bislang getrennte ethische Reflexionslinien treffen, so vor allem Bioethik und Technikethik. Die Rede von einer eigenen „Nanoethik“ erscheint übertrieben.

1 Technikgestaltung und die Rolle der Ethik

Die Zeit ist wohl vorbei, als Technik weithin als wertneutral verstanden wurde. Die Diskussionen der letzten Jahrzehnte im Spannungsfeld von Technik und Gesellschaft haben stattdessen die vielfältigen Wertdimensionen der Technik deutlich gemacht (z. B. Ropohl 1996). Heutzutage gibt es kaum eine Konferenz zu neuen Technologien, in der nicht auch über ethische Aspekte, Risiken und Verantwortungsfragen gesprochen wird. Neue Entwicklungen in Wissenschaft und Technik werden nach ihren mutmaßlichen Folgen befragt, und diese wiederum auf ihren normativen Gehalt untersucht und gesellschaftlich diskutiert.

Normative Aspekte von Wissenschaft und Technik führen in einer moralisch pluralen Gesellschaft unvermeidlich zumindest zu gesellschaftlichen Debatten, häufig darüber hinaus auch zu Technikkonflikten mit mehr oder weniger Brisanz. Was gesellschaftlich als wünschbar, zumutbar oder akzeptabel gilt, ist in der Regel umstritten. Offene Fragen und Konflikte dieser Art im Kontext von Wissenschaft und Technik bilden den Ansatzpunkt der Ethik der Technik (Grunwald 2000). Denn Technikkonflikte sind in der Regel nicht nur Konflikte um technische Mittel (z. B. in Effizienzfragen), sondern auch Konflikte um Zukunftsvorstellungen, um Menschenbilder und Gesellschaftsentwürfe (Grunwald 1996). Die Aufgabe der Ethik der Technik besteht in der Analyse der normativen Struktur der Technikkonflikte und der Suche nach rationalen, argumentativen und diskursiven Wegen ihrer Bewältigung.

Dabei ist eine unverzichtbare Prämisse, dass ethische Reflexion ein Beitrag zur *Gestaltung* von Technik (Grunwald 2003a) sein soll. Es geht nicht um eine Analyse ex post, sondern um Orientierungen ex ante. Ethik kann hierbei einen Beitrag zur Klärung der normativen Ebene leisten (Ziele, Intentionen, Akzeptabilitäten). Dabei gilt es zunächst, vor zwei prominenten Missverständnissen zu warnen:

a) *Ethik ist kein Wegweiser*, der in gesellschaftlichen Konflikten oder ambivalenten Situationen Antworten auf die Frage gibt, was zu tun ist.
b) *Ethik ist keine Zensurbehörde*. Sie klärt nicht, was moralisch erlaubt bzw. verboten ist.

Obwohl man für beide Funktionszuweisungen Belege in der ethischen Literatur selbst finden kann, überstrapazieren sie die Möglichkeiten der Ethik. Fragen des „Dürfens“ und des Entscheidens über die weitere Entwicklung können nicht an die Ethik delegiert werden, sie sind Aufgabe der gesamten Gesellschaft in ihren dafür vorgesehenen Institutionen und Verfahren. So ist es z. B. verwegen zu erwarten, dass Ethik in der Nanotechnologie „would include … how to minimize the risk of runaway robots“ (Moor und Weckert 2003). Ethische Expertise in Technikkonflikten fungiert vielmehr als *konditional-normative* Beratung (Grunwald 2003b), als Informierung und Aufklärung der entsprechenden Debatten und Entscheidungsprozesse in normativer Hinsicht, ersetzt diese aber nicht.

2 Ethik für Nanotechnologie – strukturelle Fragen

Angesichts des revolutionären Potenzials, das der Nanotechnologie von Vielen zugeschrieben wird, ist es nicht verwunderlich, dass sie auch breites mediales und öffentliches Interesse ge-

funden hat. Ethische, soziale und rechtliche Implikationen (ELSI) werden bereits von Kommissionen und Arbeitsgruppen bearbeitet. Ethische Überlegungen zur Nanotechnologie haben zwar schon neue Begriffe wie „Nanoethics“ (Moor und Weckert 2003) geprägt, aber bislang kaum mehr geleistet als den Bedarf nach Ethik in der und für die Nanotechnologie anzumelden (Mnyusiwalla et al. 2003). Die in den (bislang wenigen) verschiedenen Arbeiten genannten ethisch relevanten Aspekte zeugen eher von einer tastenden Annäherung an ein relativ neues Wissenschafts- und Technikfeld als von systematischer Analyse. Bislang herrscht ein eher intuitives Verständnis für die ethische Relevanz von Nanotechnologie vor. Darüber hinaus werden – mit Ausnahme der Nanopartikel – fast ausschließlich die visionären und spekulativen Aspekte der Nanotechnologie (hierzu Christopher Coenen in diesem Heft) als ethisch relevant thematisiert. Kriterien dafür, warum bestimmte Aspekte wie selbstreplizierende Nanoroboter oder Nanopartikel ethisch relevant sein sollen, werden nicht angegeben.

Technische Innovationen und wissenschaftlicher Fortschritt jedoch können etablierte Üblichkeiten „stören“, indem sie neue Fragen aufwerfen oder bislang gültige Einstellungen in Frage stellen. Das ist dann der „entrypoint“ für ethische Reflexion in Wissenschafts- und Technikfragen zur Bekräftigung, Modifikation oder Erweiterung des normativen Rahmens für den Umgang mit Wissenschaft und Technik. In handlungstheoretischer Aufteilung kann sich Ethik dabei auf die *Ziele* der wissenschaftlich-technischen Entwicklung, die dabei eingesetzten *Mittel* und die nicht intendierten *Nebenfolgen* beziehen:

Die *Ziele und Zwecke* der Entwicklung bilden – als Gestaltungsintentionen – für die Zukunft erwartete Zustände. Sie werden von denjenigen, die sie vertreten, als allgemein wünschenswert angesehen – was aber nicht von anderen geteilt werden muss. Darüber, dass es wünschenswert wäre, Alzheimer heilen zu können oder Körperbehinderten durch neuartige Prothesen zu mehr Bewegungsfreiheit zu verhelfen, kann kaum ein moralischer Dissens bestehen. Anders sieht es jedoch bei Zielen aus wie z. B. eine bemannte Marsmission durchzuführen, wo der „Nutzen“ schwierig zu bemessen ist, die Kosten jedoch groß sind. Ethisch besonders relevant sind jüngste Zielsetzungen im Kontext der „Converging Technologies“ (Roco und Bainbridge 2002), die physische und psychische Leistungsfähigkeit des Menschen und der Gesellschaft zu verbessern („enhancement“, s. u.).

Die *Instrumente und Mittel* der Entwicklung können in Konflikt mit moralischen Standards bzw. in entsprechenden Verdacht geraten. Hierzu gehören z. B. die Zulässigkeit von Experimentalpraktiken wie Tierversuchen oder die Forschung am Menschen, menschlichen Embryos oder Stammzellen, bestimmte Aspekte von Experimenten wie z. B. mögliche Risiken bei Freilandexperimenten mit gentechnisch veränderten Pflanzen, aber auch die Einhaltung der Standards guten wissenschaftlichen Arbeitens (Professionsverantwortung). In der Nanotechnologie sind aus diesem Bereich bislang keine spezifischen ethischen Aspekte diskutiert worden.

Nicht intendierte Nebenfolgen wie Risiken wissenschaftlich-technischer Entwicklungen für Gesellschaft und Umwelt sind häufiger Gegenstand der Technikfolgenabschätzung und ethischer Erwägungen: Welche Risiken sind angesichts der erhofften positiven Folgen akzeptabel oder zumutbar, wie werden Risiko-/Chance-Abwägungen und vergleichende Risikobewertungen vorgenommen (Schütz et al. 2004), wann greift das Vorsorgeprinzip angesichts mangelnden Wissens? Die Diskussion zu den Nanopartikeln (s. u.) fällt in diese Kategorie.

Ob es für Ethik in der Nanotechnologie neue Aufgaben gibt und worin sie bestehen, wäre vor diesem Hintergrund (ausführlicher Grunwald 2000) erst zu untersuchen. Im Folgenden seien einige Beispielfelder betrachtet.

3 Beispielfelder

In der praktischen Philosophie und Ethik wurde Nanotechnologie bisher kaum thematisiert. Einige Arbeiten melden Bedarf an Ethik an (Mnyusiwalla et al. 2003, Weckert 2002) und beziehen sich dabei vor allem auf ferne Visionen (z. B. Abschaffung des Alterns oder extreme Lebensverlängerung, Moor und Weckert 2003). Systematische Arbeiten, die der Heterogenität der Nanotechnologie gerecht werden könnten, liegen bislang nicht vor.

3.1 Nanopartikel – Chancen versus Risiken

Ein großer Zukunftsmarkt für nanobasierte Produkte wird im Bereich Neuer Materialien gesehen (Fleischer 2003). Durch Beimengung oder gezielte Aufbringung von Nanopartikeln lassen sich teils neue Materialeigenschaften erzielen oder neue Oberflächeneigenschaften einstellen. Ist die Ermöglichung neuer technischer Funktionen und Leistungsmerkmale im wissenschaftlich-technischen Fortschritt eine gängige Motivation, so stellen sich ethische Fragen hierzu als „klassische" Frage nach den möglichen *Nebenfolgen* dieser Entwicklungen. Und genau hierzu ist eine Diskussion um mögliche gesundheitliche und ökologische Folgen der Nanopartikel angelaufen (hierzu Paschen et al. 2003, S. 336 ff.).

Künstlich hergestellte Nanopartikel können durch Emissionen während der Herstellung oder beim alltäglichen Gebrauch von Produkten in die Umwelt oder in den menschlichen Körper gelangen (wie z. B. nach Einatmen ultrafeiner Partikel am Arbeitsplatz). Nanopartikel können eventuell auf dem Luftweg über weite Strecken transportiert und diffus verteilt werden. In den menschlichen Köper können sie über die Lunge, durch die Haut oder den Verdauungstrakt gelangen. Ihr Ausbreitungsverhalten und ihre Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt, insbesondere potenzielle Langzeitfolgen, sind bisher kaum bekannt. Dies gilt auch und vor allem für Stoffe, die in der natürlichen Umwelt nicht vorkommen, wie Fullerene oder Nanotubes. Im Hinblick auf die potenzielle Ausbreitung von Nanopartikeln sind Aspekte wie Mobilität, Reaktionsfreudigkeit, Persistenz, Lungengängigkeit, Wasserlöslichkeit etc. zu berücksichtigen.

Fragen nach der Öko- oder Humantoxizität, nach Nanostoffströmen, nach ihrem Ausbreitungsverhalten in den verschiedenen Umweltmedien, nach ihrer Abbaurate und ihren Folgen in den verschiedenen denkbaren Targets sind jedoch keine ethischen Fragen. Hier sind die einschlägigen empirischen Wissenschaftsdisziplinen wie die Toxikologie oder die Umweltchemie gefragt. In ethischer Hinsicht interessant wird es, sobald die vorliegenden empirischen Sachverhalte daraufhin befragt werden, was daraus praktisch für den Umgang mit Nanopartikeln folgt:

- Was folgt aus dem gegenwärtigen Wissensdefizit über mögliche Nebenfolgen von Nanopartikeln? Eine radikale Konsequenz, nämlich ein Moratorium hinsichtlich des In-Verkehr-Bringens von Nanopartikeln, wie es wohl aus der Verantwortungsethik unter dem „Vorrang der schlechten Prognose" von Hans Jonas folgen würde, wurde bereits von der etc-group gefordert (etc-group 2002). Als Hintergrundanalogie fungiert in derartigen Einschätzungen häufig die Asbest-Geschichte, in der mangelndes Wissen über Langzeitfolgen zu katastrophalen gesundheitlichen Folgen geführt hat (Gee und Greenberg 2002).
- Etwas allgemeiner gefragt: ist angesichts mangelnden Wissens das Vorsorgeprinzip (Schomberg 2004) einschlägig oder wäre es übertrieben, dieses in Anwendung bringen zu wollen?
- Welche Rolle spielen in Abwägungen dieser Art die wahrscheinlich erheblichen Chancen nanopartikel-basierter Produkte? Nach welchen Kriterien können Chance-/Risiko-Abwägungen vorgenommen werden, wenn die Chancen (relativ) konkret und die Risiken hypothetisch sind?
- Sind Vergleiche der Risiken der Nanopartikel mit bekannten Risikotypen aus anderen Bereichen möglich, um daraus zu lernen? Lassen sich aus den Erfahrungen im Umgang mit neuen Chemikalien oder Medikamenten Anhaltspunkte für die Bewertung der Nanopartikel-Risiken gewinnen? Welche normativen Annahmen gehen in derartige Vergleiche ein?
- Ist die Diskussion über Grenzwerte (Gethmann und Mittelstraß 1992) auf Nanopartikel übertragbar? Wie steht es um die Akzeptabilität oder Zumutbarkeit von Risiken? Welche Verfahren der Grenzwertfestlegung kommen in Frage und wie verhalten sie sich zu ethischen oder demokratietheoretischen Fragen?

Der Beitrag der Ethik zu dieser Thematik bezieht sich also auf die bewertende Einschätzung der Situation (Wissen/Nichtwissen), auf ihre „Normalisierung" durch die Herstellung von Vergleichbarkeiten mit anderen Risikotypen unter Aufdeckung der dabei eingehenden normativen Voraussetzungen und Implikationen sowie auf die normativen Grundlagen

praktischer Konsequenzen. Der „Gestaltungsbeitrag“ der Ethik würde sich hierbei auf die Informierung der entsprechenden Risikodiskussion in normativer Hinsicht erstrecken.

3.2 Nachhaltigkeit: Verteilungsgerechtigkeit von Chancen und Risiken

Mögliche Nebenfolgen ganz anderer Art der Nanotechnologie ergeben sich aus gerechtigkeitstheoretischen Überlegungen. Insbesondere im Zusammenhang mit Nachhaltigkeit (Kopfmüller et al. 2001) sind ethische Fragen der Verteilung der Nutzungsmöglichkeiten sowie der räumlichen und zeitlichen Verteilung von Chancen und Risiken der Nanotechnologie relevant (Fleischer 2003). Dabei sind intragenerative und intergenerative Aspekte zu unterscheiden, jedoch unter dem Nachhaltigkeitsdach gemeinsam zu betrachten.

Zu den *intergenerativen* Aspekten gehört die Verteilung der Nutzung natürlicher Ressourcen zwischen heutigen und zukünftigen Generationen. Vom Einsatz der Nanotechnologie werden deutliche Entlastungseffekte für die Umwelt erwartet: Einsparung von stofflichen Ressourcen, die Verringerung des Anfalls von umweltbelastenden Nebenprodukten, die Verbesserung der Effizienz bei der Energieumwandlung, die Verringerung des Energieverbrauchs und die Entfernung umweltbelastender Stoffe aus der Umwelt (Paschen et al. 2003, S. 337ff.). Entscheidend für die Bewertung von Nanotechnologie bzw. entsprechender Produktlinien unter Nachhaltigkeitsaspekten ist, dass Technik positive und negative Nachhaltigkeitsbeiträge auf dem gesamten „Lebensweg“ akkumuliert, der von den primären Rohstofflagerstätten über Transporte und Verarbeitungsprozesse bis zu ihrer Nutzung reicht und der schließlich mit der Entsorgung endet (Fleischer und Grunwald 2002). Für eine Nachhaltigkeitsbewertung von Technik ist daher der gesamte Lebenszyklus entscheidend. Nun befindet sich jedoch Nanotechnologie auf vielen Teilgebieten noch in einer frühen Phase ihrer Entwicklung. Daher kann nur von *Nachhaltigkeitspotenzialen* der Nanotechnologie geredet werden (Fleischer 2003), die nicht automatisch auch reale Beiträge zu einer nachhaltigen Entwicklung werden. Die Rede über Nachhaltigkeitspotenziale kann jedoch im Sinne der Technikgestaltung konstruktiv genutzt werden, indem die weitere Entwicklung durch ethische Reflexion auf Verteilungsfragen zwischen heutigem und zukünftigem Naturverbrauch begleitet wird. Die Aufdeckung von diesbezüglich problematischen Tendenzen könnte bzw. sollte dann Gegenmaßnahmen motivieren.

Intragenerative Probleme der Verteilungsgerechtigkeit stellen sich grundsätzlich in jedem Feld technischer Innovation. Da wissenschaftlich-technischer Fortschritt erheblicher Investitionen bedarf, findet er in der Regel dort statt, wo bereits die größten ökonomischen und personellen Ressourcen vorhanden sind. Technischer Fortschritt vertieft tendenziell bereits vorhandene Ungleichverteilungen. Dies sei am Beispiel der Nanotechnologie in der Medizin erläutert (nach Fleischer 2003). Nanotechnologiebasierte Medizin wird mit großer Wahrscheinlichkeit teure Medizin sein. Fragen der Verteilungsgerechtigkeit und des „Zugangs“ zu medizinischen Möglichkeiten könnten zumindest in zweierlei Hinsicht dringlich werden: *innerhalb* industrialisierter Gesellschaften (bestehende Ungleichheiten im Zugang zu medizinischer Versorgung könnten durch eine weiter hochtechnisierte Medizin unter Verwendung von Nanotechnologie verstärkt werden) und mit Blick auf weniger entwickelte Gesellschaften, weil sich ebenfalls bereits bestehende und teils dramatische Ungleichheiten zwischen technisierten und Entwicklungsländern weiter verschärfen könnten. Befürchtungen in Bezug auf diese beiden Formen eines möglichen „Nano-divide“ (in Anlehnung an den bekannten „digital divide“) basieren auf der Annahme, dass Nanotechnologie sowohl zu neuen und erweiterten Optionen individueller Selbstbestimmung (z. B. im gesundheitlichen Bereich) als auch zu erheblichen Verbesserungen der Wettbewerbsfähigkeit von Volkswirtschaften beitragen kann. Laufende Diskussionen zur Verteilungsgerechtigkeit auf nationaler und internationaler Ebene (auch im Kontext der Nachhaltigkeit) dürften von daher in Bezug auf Nanotechnologie neue Relevanz erhalten.

Allerdings handelt es sich bei beiden genannten Aspekten nicht um genuin neue ethische Aspekte von Technik, sondern um Verstärkungen auch bislang schon virulenter Verteilungsprobleme. Probleme der Verteilungsge-

rechtigkeit gehören prinzipiell zu den ethischen Aspekten moderner Technik (Gethmann 2000).

3.3 Die „Verbesserung“ des Menschen

Durch den Einsatz der Nanotechnologie werden in mehr oder weniger realistischen Szenarien – über Verbesserungen bei medizinischer Diagnose und Therapie hinaus – „Leistungssteigerungen“ beim Menschen erwartet und als weitreichende Vision im Rahmen einer „neuen Renaissance“ der Menschheitsentwicklung betrachtet („enhancement“, Roco und Bainbridge 2002). Hierbei geht es nicht um Nebenfolgen, sondern um ethische Aspekte von offen verkündeten Zielsetzungen zukünftiger Forschung.

Anwendungen visionärer Nanotechnologie auf den menschlichen Körper sind in vielfältiger Weise denkbar (wobei „denkbar“ hier nicht „technisch machbar“, sondern „im Prinzip vorstellbar“ bedeutet, also eine klare spekulative Dimension hat). So wird über selbständig im menschlichen Körper agierende Nanoroboter geredet, die bereits kleinste Defekte erkennen und sich zur sofortigen Reparatur vor Ort einfinden und die dabei die Blutbahn als Transportweg nutzen. Noch weitergehend – die bisherigen Beispiele bewegen sich noch in einem traditionellen Rahmen, weil das Ziel im „Heilen“ und in der „Reparatur“ von Abweichungen von einem (idealen) Gesundheitszustand besteht, welches klassisches Ziel der Medizin ist – eröffnen sich aber auch möglicherweise Chancen (oder Risiken) einer Umgestaltung und „Verbesserung“ des menschlichen Körpers. Dies kann sich auf die Erweiterung der physischen Fähigkeiten des Menschen beziehen, z. B. um neue sensorische Funktionen (z. B. Sinnesorgane). Es könnten aber auch durch eine direkte Ankopplung von maschinellen EDV-Systemen an das menschliche Gehirn völlig neue Schnittstellen zwischen Mensch und Maschine entstehen, mit völlig unabsehbaren Folgen. Gehört die Technisierung des Menschen in einem gewissen Sinne zur Erfolgsgeschichte der modernen Medizin untrennbar hinzu, so werden hier jedoch neue Perspektiven und Fragen erkennbar. Die weitere Technisierung des Menschen, die Annäherung von Mensch und Technik aneinander von beiden Seiten, die Denkbarkeit (im obigen Sinne) von „Cyborgs“ als technisch erweiterten Menschen oder menschlich erweiterter Technik stellt Fragen nach dem Selbstverständnis des Menschen, die von hoher ethischer Relevanz sind. In Visionen zur Nanotechnologie tauchen immer wieder Aspekte auf, die die Grenze zwischen dem verwischen, was Menschen sind, und dem, was sie mit Hilfe technischer Errungenschaften und Anwendungen erschaffen.

Wie spekulativ auch immer dies alles sein mag, entsprechende Diskussionen stoßen bereits heute auf reges Interesse. Für ethische Überlegungen entsteht hier ein neues Feld an den Schnittstellen von Bioethik, Medizinethik und Technikethik sowie Anthropologie, das sich in den nächsten Jahren weiter entfalten dürfte.

4 Nanoethik als begleitende Reflexion der Nanowissenschaften

Angesichts einer Technikentwicklung, die von einer sich weiter beschleunigenden Dynamik geprägt ist, wird häufig die Frage gestellt, ob diese Dynamik nicht sowohl die Ethik als auch den ethisch informierten gesellschaftlichen Diskurs zunehmend überfordere (Ropohl 1995). Ethische Reflexion scheint oftmals der technischen Entwicklung ohnmächtig hinterherzulaufen und eher den Charakter einer „Fahrradbremse am Interkontinentalflugzeug“ (Beck 1988, S. 194) zu haben, als den gelegentlich hohen Erwartungen zu entsprechen. Die Innovationsgeschwindigkeit der Technisierung bewirke, dass technikethische Überlegungen grundsätzlich zu spät kommen: wenn alle relevanten Entscheidungen bereits gefallen seien, wenn es für Technikgestaltung längst zu spät ist. Der technisch-wissenschaftliche Fortschritt schaffe Fakten, die normativ nicht mehr einzuholen seien (Habermas 2001). Ethik könnte bestenfalls noch als Reparaturbetrieb arbeiten: „Die Ethik als theoretische Reflexion ... kommt daher immer erst nachträglich zum Zuge, d. h. nachdem entsprechende problematische Situationen eingetreten sind ...“ (Rohbeck 1993, S. 269).

Die Lesart, dass man mit der ethischen Reflexion warten müsse, bis entsprechende Produkte auf dem Markt sind und bereits Probleme erzeugt haben, lässt sich jedoch leicht zurückweisen. Denn das technische Wissen und Können ist in der Regel lange vor dem Markteintritt bekannt und kann, unter Maßgabe der bekannten Probleme mit den Unsicherheiten des Zukunftswissens, in seinen Folgen und

normativen Implikationen durchaus in einem gewissen Maße beurteilt werden. Genau darum geht es gegenwärtig in der Nanotechnologie. Aufgrund des frühen Entwicklungsstadiums der Nanotechnologie (viele sprechen immer noch lieber von Nanowissenschaft) liegt hier eine eher seltene Gunst der Stunde vor: es sind Chancen und auch Zeit sowohl für frühzeitige Reflexion(en) vorhanden, als auch die Möglichkeit, die Ergebnisse der Reflexion in den Entwicklungsprozess einzuspeisen und damit zur weiteren Gestaltung der Nanotechnologie beizutragen (Moor und Weckert 2003). Dies betrifft sowohl ethische Analyse in der eingangs erwähnten Form als auch einen darauf aufbauenden gesellschaftlichen Diskurs.

Die Probleme einer frühzeitigen ethischen Befassung mit neuen Technologien treten am stärksten in den vielfältigen Fragen auf, die die Heils- und Horrorvisionen zur Nanotechnologie (vgl. hierzu Christopher Coenen in diesem Heft) aufwerfen. Welchen Sinn sollte es haben, sich hypothetisch mit ethischen Aspekten einer extremen Verlängerung menschlichen Lebens (Moor und Weckert 2003) oder des „gray goo“ zu befassen? Die meisten Wissenschaftler meinen, dass es sich hierbei um Spekulationen handelt, die eher dem Reich der Science Fiction als ernstzunehmender Problemanalyse entstammen. Immerhin bindet ethische Reflexion Ressourcen, und es sollte daher eine gewisse Evidenz für den Realitätsgehalt dieser Visionen vorliegen, wenn hier Ressourcen investiert werden, die an anderer Stelle fehlen könnten. Rein „auf Vorrat“ oder um des intellektuellen Vergnügens willen ist auch ethische Reflexion nicht gefragt.

Eine frühzeitige Befassung mit ethischen Aspekten der Visionen ist jedoch in vielerlei Hinsicht sinnvoll, zumindest aus folgenden drei Gründen:

(1) *Reale Folgen von Spekulationen*: Visionen haben häufig – unabhängig von ihrer Seriosität – reale Folgen. Durch die Beeinflussung der öffentlichen Stimmung können Visionen erheblichen Einfluss auf den weiteren Gang der Dinge erhalten, z. B. auf Technikakzeptanz und Forschungsförderung.

(2) *Vorbereitung auf den nicht auszuschließenden Ernstfall*: Angenommen, dass die genannten Utopien sich doch als mehr denn bloße Spekulationen herausstellen würden (was schließlich nicht auszuschließen ist, denn es hat immer wieder technischen Fortschritt gegeben, der die „seriösen“ Prognosen weit hinter sich gelassen hat), wäre es wichtig, einen Diskussions- und Lernprozess zur gesellschaftlichen Vorbereitung anzustoßen, um im Falle des Falles relativ rasch ethisch reflektierte und im Prozess gereifte Entscheidungen treffen zu können.

(3) *Lernen über uns selbst*: In der ethischen und anthropologischen Befassung mit spekulativen Zukunftsaspekten der Nanotechnologie sind Lerneffekte über das allgemeine Verhältnis von Mensch und Technik zu erwarten, die erstens etwas über uns selbst verraten und die zweitens auch für andere Bereiche nützlich sein können, wie z. B. für die Robotik (Grunwald 2002).

Es gibt durchaus Möglichkeiten, Technikfolgenabschätzung und ethische Bewertungen als begleitende Prozesse der Technikentwicklung auszulegen. Sind zunächst nur eher abstrakte Überlegungen zu technischen Entwicklungslinien möglich, so können bereits wertvolle Hinweise für den weiteren Entwicklungsweg gegeben werden (z. B. durch frühzeitige Hinweise auf mögliche Technikkonflikte und Wege zur Deeskalation). Darüber hinaus erlaubt die ethische Beurteilung Orientierungen für die Gestaltung des *Prozesses* der Technikentwicklung (z. B. im Hinblick auf Gerechtigkeitsfragen). Im Verlauf der fortwährenden Konkretisierung der Anwendungsmöglichkeiten der Nanotechnologie ist es dann möglich, die zunächst abstrakten Bewertungen und Orientierungen durch das neu verfügbare Wissen immer weiter zu konkretisieren und schließlich eine ethisch reflektierte Technikfolgenbeurteilung durchzuführen.

5 Brauchen wir eine „Nanoethik“?

Gleichwohl ist nicht mit „Nanoethik“ als einem neuen Zweig der Angewandten Ethik zu rechnen. Die Propagierung einer Nanoethik würde verkennen, dass viele der ethischen Fragen, die die Nanotechnologie aufwirft, in anderen Kontexten ethischer Reflexion bereits bekannt sind. Technikethik, Bioethik, Medizinethik oder auch die theoretische Technikphilosophie befassen sich mit Fragen der Nachhaltigkeit, der Risikobewertung, der Schnittstelle zwischen Mensch und Technik bzw. zwischen dem Lebendigen und der Technik.

Neu sind nicht diese Fragen selbst, neu ist vielmehr ihr Zusammentreffen in der Nanotechnologie. Analog zu der bekannten Tatsache, dass Nanowissenschaften und Nanotechnologie Felder sind, in denen traditionelle Grenzen zwischen Physik, Chemie, Biologie und den Technikwissenschaften überschritten werden, werden in ethischen Fragen der Nanotechnologie verschiedene Traditionslinien ethischer Reflexion zusammengeführt. Die modische Kreativität in Begriffsprägungen, wie sie sich etwa in den Begriffen der „Neurophilosophie“ oder der „Nanoethik“ niederschlägt, verdeckt eher den integrativen und Querschnittscharakter vieler ethischer Herausforderungen als dass sie hilfreich wäre. Wir brauchen kein neues Teilgebiet der Angewandten Ethik namens „Nanoethik“, sondern gefragt ist die Bereitschaft der Ethiker zur offenen Befassung mit ethischen Aspekten der Nanotechnologie über die Grenzen der klassischen „Bindestrich-Ethiken“ hinweg, und zum Dialog mit den Natur- und Technikwissenschaftlern.

* Dieser Beitrag geht zum Teil auf erste Überlegungen zurück, die der Autor als Mitglied der Arbeitsgruppe „Nanotechnologie“ der Europäischen Akademie Bad Neuenahr-Ahrweiler erarbeitet hat. Diese Arbeitsgruppe wird 2005 ihren Ergebnisbericht vorlegen.

Literatur

Beck, U., 1988: Gegengifte. Die organisierte Unverantwortlichkeit. Frankfurt: Suhrkamp

etc-group, 2002: Communiqué: No Small Matter! Nanotech Particles Penetrate Living Cells and Accumulate in Animal Organs. Issue 76. May/June 2002; http://www.etcgroup.org/article.asp?newsid=356, Zugriffsdatum: 19.03.2004

Fleischer, T., 2002: Technikfolgenabschätzungen zur Nanotechnologie – Inhaltliche und konzeptionelle Überlegungen. In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis Heft 3/4, 11. Jahrgang, November, S. 111-122

Fleischer, T., 2003: Technikgestaltung für mehr Nachhaltigkeit: Nanotechnologie. In: Coenen, R.; Grunwald, A. (Hrsg.): Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland. Analyse und Lösungsstrategien. Berlin: edition sigma, S. 356-373

Fleischer, T.; Grunwald, A., 2002: Technikgestaltung für mehr Nachhaltigkeit – Anforderungen an die Technikfolgenabschätzung. In: Grunwald, A. (Hrsg.): Technikgestaltung für eine nachhaltige Entwicklung. Von der Konzeption zur Umsetzung. Berlin: edition sigma, S. 95-146

Gee, D.; Greenberg, M., 2002: Asbestos: from “magic” to malevolent mineral. In: Harremoes, P.; Gee, D.; MacGarvin, M.; Stirling, A.; Keys, J.; Wynne, B.; Guedes Vaz, S. (eds.): The Precautionary Principle in the 20th century. Late Lessons from early warnings. London: Earthscan, S. 49-63

Gethmann, C.F.; Mittelstraß, J., 1992: Umweltstandards. In: GAIA 1(1992), S. 16-25

Gethmann, C.F., 2000: Ethische Probleme der Verteilungsgerechtigkeit beim Handeln unter Risiko. In: Gethmann-Siefert, A.; Gethmann, C.F. (Hrsg.): Philosophie und Technik. München: Fink (Wilhelm), S. 61-74

Grunwald, A. (Hrsg.), 2003a: Technikgestaltung zwischen Wunsch und Wirklichkeit. Berlin, Heidelberg: Springer

Grunwald, A., 1996: Die Bewältigung von Technikkonflikten. Theoretische Möglichkeit und praktische Relevanz einer Ethik der Technik in der Moderne. In: Zeitschrift für philosophische Forschung 51, S. 437-452

Grunwald, A., 2000: Against Over-Estimating the Role of Ethics in Technology. In: Science and Engineering Ethics 6(2000), S. 181-196

Grunwald, A., 2002: Wenn Roboter planen – Implikationen und offene Fragen einer Begriffszuschreibung. In: Rammert, W.; Schulz-Schaeffer, I. (Hrsg.): Können Maschinen handeln? Soziologische Beiträge zum Verhältnis von Mensch und Technik. Frankfurt, New York: Campus Verlag, S. 141-159

Grunwald, A., 2003b: Methodical Reconstruction of Ethical Advises. In: Bechmann, G.; Hronszky I. (eds.): Expertise and Its Interfaces. Berlin: edition sigma, S. 103-124

Habermas, J., 2001: Die Zukunft der menschlichen Natur. Frankfurt: Suhrkamp

Kopfmueller, J.; Brandl, V.; Jörissen, J.; Paetau, M.; Banse, G.; Coenen, R.; Grunwald, A., 2001: Nachhaltige Entwicklung integrativ betrachtet. Berlin: edition sigma

Mnyusiwalla, A.; Daar, A.S.; Singer, P.A., 2003: Mind the Gap. Science and Ethics in Nanotechnology. In: Nanotechnology 14, pp. R9-R13; http://www.iop.org/EJ

Moor, J.; Weckert, J., 2003: Nanoethics: Assessing the Nanoscale from an ethical point of view. Vortrag, TU Darmstadt, 10. Oktober 2003

Paschen, H.; Coenen, C.; Fleischer, T.; Grünwald, R.; Oertel, D.; Revermann, C., 2003: Nanotechnologie. Endbericht. TAB-Arbeitsbericht 92, Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag

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. Linkoeping 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
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.: Schirrmacher 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 „21st 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/cpecs/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 Europäische 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 „Paten 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 Problemverkennung 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 Kulturentwicklung 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, rekurrieren 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 festzustellenden 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, 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 21st 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.): Nanotechnologie, 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., Rannenberg, 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
Internet: http://www.tab.fzk.de

« »

TA-INSTITUTIONEN UND -PROGRAMME

Technology Assessment in Japan: Past, Present, and Future

by Shinichi Kobayashi, RISTEX Research Center, Research Institute of Science and Technology for Society, Tokio

In contrast to European countries and even other Asian countries, Japan does not have formal TA activities. Several attempts were made already in the 1970s when the Science and Technology Agency (STA) and MITI – the Ministry of International Trade and Industry started to investigate TA activities of the Office of Technology Assessment (OTA) in the US with a view to introducing TA into the Japanese S&T system. An attempt was made to create a law for TA, but it failed. A few TA projects were realised but they never went beyond the pilot stage with the exception of Technology Forecast surveys which became a regular feature of Japanese S&T policy. However, as concerns about the relationship between S&T and society have grown since the mid 1990s, there are signs that TA might come to life again. The article describes some recent developments and ventures an optimistic glance into the future of TA in Japan.

1 Introduction

In a modern society, in which Science and Technology (S&T) are pervasive, almost all public issues will be solved with the assistance of, and in connection with, S&T. The relationship between Science, Technology, and Society has become an essential issue contemporary societies should cope with. Therefore, many of these societies are examining various approaches to tackle such issues including but not limited to technology assessment (TA), technology foresight, ELSI/ELSA (Ethical, Legal, and Social Implications/Aspects) programs, citizens' participation in S&T, public consulting, public debate, science outreach, science advice, regulatory science, and so on. Unfortunately, Japanese society does not have enough experience in this issue, despite a few exceptions, including a long tradition of Technology Forecasting. Above all, the Japanese government does not have formal TA activities.

Japan has a fairly large Research and Development (R&D) system; its magnitude is 16.7 trillion yen (Euro 123,1 billion), 3.35 % of GDP (2002) in monetary terms, and 757 thousand researchers (2003) in terms of manpower. S&T policy is highly placed in the government system. The Prime Minister is in charge of the chair of the Council for Science and Technology Policy (CSTP) in the Cabinet Office, which is the highest body of S&T policy in Japan. The Science and Technology Basic Law, enacted in 1995, provides the fundamental framework of S&T policy. Based on this Law, the government defines the Science and Technology Basic Plan every five years, with the second plan now ongoing. Japanese society appears to have a matured S&T system.

In contrast with this, with regard to the relationship between S&T and society, there seems to be a lack of activities and policies.

Of course, Japanese society possesses and provides a history of TA, from which the present situation of TA is an inevitable consequence. However, we can find a new, though fragile, stream of relevant activities recently. In this essay, I would like to introduce the history and future of TA in Japan, noting these important peripheral activities, referring also to other issues related to TA.

2 Back to the 1970s

In the 1960s, Japanese society was facing serious pollution problems throughout the country. Among them, there were the four major pollution outbreaks: Minamata disease, Niigata Minamata disease, chronic cadmium poisoning (Itai-Itai disease) and Yokkaichi asthma. In 1967, the Basic Law for Environmental Pollution Control was enacted to establish environmental quality standards, and to develop regional environmental pollution control programs. Four of the most serious diseases caused by water and air pollution went to court. Pollution problems became one of the most important political issues in the public eye. The Environmental Agency was subsequently established in the government in 1971.

In those days, the Japanese government began to pay attention to TA, obviously being affected by the United States, where TA was conceptualized and the Office of Technology Assessment (OTA) was to be established in the Congress. In 1969, the Japan Techno-Economic Society (JATES), a private non-profit association of leaders in both industry and government who were interested in technology, surveyed industrial forecasting activities in the US. The survey introduced the concept of “Technology Assessment” as a by-product. After that, several technocrats in the government began to be interested in TA.

TA was officially mentioned in the 1971 report of the Council for Science and Technology (CST), which was the highest body in governmental S&T policy till the Council for S&T Policy (CSTP) replaced it in the 2001 Government. The report argued that TA should be introduced to rationalize S&T policy, and to build nation-wide consensus for S&T, under the circumstances of both growing pollution problems and an anti-scientific atmosphere. The White Paper on S&T in 1971 also mentioned that TA should be introduced to cope with problems in advance of the introduction of technology to society.

In 1972, both the Science and Technology Agency (STA) and the Ministry of International Trade and Industry (MITI) began to investigate technology assessment activities in the US to introduce TA into the Japanese S&T system. Two government bodies began to pilot TA studies individually, which dealt with agriculture, tall building construction technology, Computer Assisted Education, iron works by atomic energy, mining technology of seabed materials, and so on.

In those days, CST attempted to create a law for TA. However, in 1973, there happened the Oil Shock, which seriously affected TA studies. These studies were consequently shifted to energy studies. Pilot TA programs continued into the late 1970s, but they were just nominal. In the end, the Japanese government, both administrative bodies and the Diet, did not decide to institutionalize TA.

Looking back to those days, TA studies pursued by both STA and MITI seem to have had many limitations. They were just pilot studies, and could not affect policy making at all. Furthermore, the fear that TA might bring a negative image for S&T within an overall anti-scientific atmosphere, spread among government officers and statesmen who were concerned with S&T policy.

However, even under such conditions, we can find a few remarkable projects initiated by the government. For instance, the Institute for Future Technology (IFTECH) conducted a research project, 'Technology Forecast in Japan' with STA funding, which is a repetitive S&T study applying the Delphi method to investigate the future status of technology development. The first Technology Forecast was carried out in 1970. In 1991, it was handed to the National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP) of the Science and Technology Agency (STA). This year (2004), the eighth survey will be carried out. As Technology Forecast has a long tradition in Japan, people occasionally refer to the results of the survey. However, there is no way to affect S&T policy making, such as priority setting of public funding of R&D. It is just a survey.

As a result, TA and its relevant activities, except for Technology Forecast, have been forgotten in Japanese society up until now. This is different from European countries, which institutionalized TA as parliamentary offices of TA and/or TA programs from the 1980s to 1990s. Japan has little experience with TA, and we cannot find a TA tradition proper in the Japanese S&T system at all.

3 Recent Changes

Although Japanese society does not have a TA tradition, we can find many signs that express a possibility that TA will come to life again.

Concerns about relationships between S&T and society have grown since the mid 1990s. In academia, STS (Science, Technology and Society/Science and Technology Studies) emerged in the early 1990s and grew during that decade. The community of STS researchers is still small and scattered, but the Japanese Society for Science and Technology Studies (JSSTS) was established in 2001. Those who joined JSSTS introduced the idea of participatory Technology Assessment and other concepts, which were developed in the European TA tradition. STS researchers carried out a

consensus conference on gene therapy in 1998. This was the first attempt of a consensus conference in Japan, which was followed by other trials. Today, various methods of enhancing public participation are examined separately in Japanese society, but these methodologies have not been integrated into TA yet.

On the other hand, there occurred many events by which people became aware of the importance of STS issues. Especially in 1995, many accidents happened; a large earthquake in Hanshin-Awaji, chemical terrorism by a cult group, and so on. After those, we were facing GMO (Genetically Modified Organisms) issues, BSE issues, bio-ethics problems in tailor-made therapy, the 'Accident at the Tokai Fuel Conversion Plant in 1999', and more.

The government made some attempts to cope with such problems. The Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries carried out a consensus conference on GMO with the assistance of STS researchers in 2000, which was the first conference of that kind organised by a governmental body. The concept, Regulatory Science, was introduced into official arguments. A few official reports, prepared by the ministries, mentioned the necessity of Regulatory Science.

Because of these events, there were attempts to institutionalize STS from outside of the STS community. A feasibility study of 'Science and Society' was pursued from 1996 to 2001, which was led by a prominent scientist with public research funds to establish new research activities for Science and/in Society in universities. However, although this was a great opportunity to institutionalize a new type of TA, the Government Reform in 2001 put an end to these activities.

In 1999, the Council of Science and Technology (CST) established the "Discussion Group on Society and S&T in the 21st Century" to discuss the relationships between society and S&T. The group concluded with the report 'Science and Technology Thriving in and for Society' in 2000, in which the group emphasized the importance of interactions between S&T and society, communication between S&T and society, ethical aspects and social responsibility of S&T, among other points. This was another chance to introduce a new type of TA. However, the Japanese government and seemingly also society forgot the word, TA. Therefore, the government did not translate such ideas into concrete policy programs.

No TA program was therefore introduced. However, through such experiences government officers and prominent scientists tended to recognize the relationship between S&T and society as an important issue in S&T policy. In 2001, the Government Reform was carried out, which affected S&T policy. For instance, STA and Monbusho (the Ministry of Education, Culture and Sports) were merged into the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT). The legal status of many national research institutions changed from government-owned and government-operated institutes to government-owned but self-operated institutions.

Two new research programs were started: the Research Institute of Science and Technology for Society (RISTEX), one of the programs in the Japan Science & Technology Agency (JST), a funding agency of MEXT; and the Center for Technology and Society (CTS), a research unit in the National Institute of Advanced Industrial Science & Technology (AIST) affiliated to the Ministry of Economy, Trade and Industry (METI).

MEXT was exploring a new and symbolic domain in S&T policy to cope with government reform in 2001. In the old administration, STA was in charge of the promotion of natural science and engineering, especially large-scale research activities, while Monbusho was in charge of the promotion of not only natural sciences and engineering but also the humanities and social sciences. Therefore, the establishment of a new Ministry as a merger of STA and Monbusho brought opportunities for collaboration between the humanities, social and natural sciences. Therefore, MEXT was to promote collaborative research activities among these disciplines. RISTEX was designed as an answer to such considerations.

RISTEX aims to solve societal problems, which occur in a society which is deeply permeated by S&T – such as the Japanese society –, by means of collaboration of various fields. Today, RISTEX is engaging in researches on S&T to realize a safe society, the fundamentals for a new governance of S&T, brain science for education, and so on. RISTEX is perceivably a kind of TA activity, because developing S&T

for society is equivalent to evaluating S&T from a viewpoint of social needs. As part of RISTEX activities, my colleagues and I surveyed the status of the European TA scene, taking special notice of the German case, and introduced it into Japanese society.

AIST was affected by the governmental reform, so that it had to restructure its organization to make clear its social relevance. CTS was established as a new research center to investigate the social relevance of technology development. CTS was the first social science research center of AIST to contribute to both the development of technological innovation, and the harmonization of innovations with social welfare. CTS intended to investigate social aspects of S&T, such as ELSI, TA, strategic policy making in S&T. The staff of CTS were engaging in surveys on the European Parliamentary TA system, Public debates on GM technology in New Zealand and the United Kingdom, Social Impacts of Nanotechnology, GM issues in Japan, and so on.

4 Conclusion – Present and Near Future

As described above, TA has not been institutionalized in Japanese society formally, while individual attempts have gradually accumulated, and social anxiety for a good relationship between S&T and society is growing. The year 2004 may become a turning point.

The Cabinet Office carried out an opinion poll titled 'S&T and Society' in February 2004. While polls regarding S&T have been repeated at intervals of about five years, it is the first opinion poll with this title, 'S&T *and Society*'. Among the results, many people paid attention to a question, in which 80 percent of respondents answered that S&T should realize well-being in terms of not only material but also spiritual aspects in the future. Social demands for S&T are changing.

MEXT launched a small program to promote ELSI activities to investigate the social impacts of biotechnology and/or nanotechnology, as a part of the existing funding system in this fiscal year. The program is a 'call for tender' type. However, because of limitations of budget, only one or two proposals will be accepted. Even so, this is an epoch-making event for Japanese society.

It is remarkable that the white paper on S&T in this year is to describe TA, something that we have not seen for 30 years. The special topic of the white paper will be 'Science, Technology, and Society', which is considered as a reflection of a new and worldwide trend in S&T policy such as the shift from "S&T for their own sake" to "S&T in/for Society". The white paper will introduce not only TA but also ELSI and S&T outreach as new concepts in Japan.

Korea has introduced ELSI programs as well as TA and Technology Foresight programs; Taiwan has introduced ELSI programs, as well. Compared with these neighbors, a specific cultural condition does not seem a reason for Japanese society not to institutionalize TA and relevant related activities. The coming issue of the white paper will probably open discussions about a re-introduction of TA. Even if formal TA programs are not realized, individual attempts related to TA will be examined. This white paper is to be issued in June.

Unfortunately, CTS was suddenly shut down at the end of April 2004. I was in charge as the director of CTS, and had difficulties with such kinds of activities carried out within science and engineering research organizations. It will not be easy for Japanese society to adopt TA again. However, the climate is changing.

Contact

Shinichi Kobayashi
Director, RISTEX Research Center in Research Institute of Science and Technology for Society
18 Floor, MORI Tower, Atago Green Hills
2-5-1, Atago, Minato-Ku,
Tokyo, 105-6218, JAPAN
Tel.: +81 - 3 - 54 04 - 28 00
Fax: +81 - 3 - 64 02 - 75 78
E-Mail: skob@jcom.home.ne.jp
Internet: http://www.ristex.jp/english/top_e.html

« »

TA-KONZEPTE UND -METHODEN

Citizens and Experts in Risk Assessment: Technical Knowledge in Practical Deliberation

by Frank Fischer, Rutgers University

This paper explores the tensions between experts and citizens in the assessment of technological and environmental risks from the perspective of practical reason. Much of the discussion of the politics surrounding the acceptance or rejection of technologies such as nuclear power and biotechnology has focused on the purported "irrationality" of lay citizen. They are said to be unable to understand scientific findings and their implications for rational policymaking. By comparing the formal logic of technical inquiry and the informal ordinary language logic of argumentation, the discussion reverses the issue and interrogates the rationality of the scientist in judgments pertaining to public decisions. Employing the case of GM foods, the explication reveals that ordinary citizens focus on important questions that scientific experts often ignore or neglect. Citizens, it is shown, follow a different kind of logic than scientific experts, one more attuned to the normative realities of the social world. Demonstrating the scientific expert's need to take the citizen's normative logic into account, the essay offers an epistemological approach for bringing together these two different modes of reason in public policy deliberation.

1 Cultural rationality vs. technical rationality?

Can citizens meaningfully participate in complex decisions about environmental and technological risks? We know less about this than the discussions of citizen participation would suggest. In the main, such discussions are shaped by outmoded understandings of both science and politics. From the conventional view, the issue looks doubtful. But from a postempiricist understanding of science and politics, the question becomes more complex and, depending on how one understands participation, much less unthinkable (Fischer 2003).

While expert risk assessments have been employed – albeit unsuccessfully – to circumvent the "irrationalities" of citizen decision-making, additional research into the question of why many communities have so adamantly rejected the advice of the experts now offers quite a different perspective (Kasperson and Stallen 1991). Whereas technical experts have portrayed the citizen movements and the public more generally as incapable of digesting technical findings, and thus susceptible to irrational fears, such conclusions can be seen to rest on a limited understanding of the community decision-making process (Slovic 1992).

One way to approach this is through Plough and Krimsky's (1987) distinction between "technical" and "cultural" rationality. In their work on environmental risk assessment, they define technical rationality as a mind-set that puts its faith in empirical evidence and the scientific method; it relies on expert judgments in making policy decisions. Emphasizing logical consistency and universality of findings, it focuses attention in public decision-making on quantifiable impacts. "Cultural rationality", in contrast, is geared to – or at least gives equal weight to – personal and familiar experiences rather than depersonalized technical calculations. Focusing on the opinions of traditional social and peer groups, cultural rationality takes unanticipated consequences to be fully relevant to near-term decision-making and trusts process over outcomes. Beyond statistical probabilities and risk-benefit ratios, public risk perception is understood through a distinctive form of rationality, one that is shaped by the circumstances under which the risk is identified and publicized, the standing or place of the individual in his or her community, and the social values of the community as a whole. Cultural rationality can, in this respect, be understood as a form of rationality inherent to the social-life world. It is concerned with the impacts, intrusions, or implications of a particular event or phenomenon on the social relations that constitute that world. Such concerns are, in fact, the stuff upon which social and environmental movements are built (Fischer 2000).

Another important contribution to understanding the relations of technical to cultural knowledge is that of Wynne (1996). Examining the reactions of north-western English sheep farmers to scientific reports about the safety of radioactive contamination caused by the nuclear fallout from Chernobyl in 1986, Wynne presents an insightful perspective on the way local citizens reflect on matters pertaining to risk. Subjected to administrative restrictions on sheep grazing and commercial sales, the farmers interacted for two years with government scientists responsible for both the restrictions and the official governmental position on the behavior of the radioactivity. Wynne offers a list of questions and criteria that emerged in the course of the farmer's lay assessments of the scientific judgments put forth by the government experts. Although based on a particular experience, they approximate a more general set of "criteria by which lay people rationally judge the credibility and boundaries of authority of experts of knowledge." He found, in this respect, that they asked questions related to both technical and cultural rationality.

With regard to technical rationality, as Wynne shows, the farmers inquired about the nature and validity of the scientific predictions made by the risk experts. They asked if the experts had paid attention to other types of knowledges. And they asked about the specific scientific practices involved, as well as questions about the content and form of the experts' knowledge. In terms of cultural rationality, they discussed the ways the scientists responded when they were criticized: Do they admit error or failures of omission? They asked about the institutional and social affiliations of the particular scientific experts: Were there obvious concerns or worries about social or political bias? Could they be trusted? And they asked what other kinds of lay experiences might have "spillover" effects on the current decision-problem, such as knowledge of previous nuclear accidents that might influence the farmers' or scientists' thinking about the fallout on the grazing lands.

Focusing on how ordinary laypersons cognitively process uncertain information, social psychological research shows the ways in which citizens' draw on past experiences in making assessments. Given the complexity of most policy issues, especially technological ones, citizens tend to fill knowledge gaps with information about social processes, or what has been called the "social process theory" of cognition. (Hill 1992). Of particular importance, in this respect, are their own experiences and those of the social groups to which they belong.

Not all people, of course, have the same experiences. It is possible, in this regard, to think of a continuum across which people with different levels of experience can be distributed. For example, public administrators and political activists who have considerable experience with a particular issue or problem develop relatively well-integrated knowledge structures that actively guide their perceptions and expectations in future decisions. These "schemas" inform such individuals or groups about how events are expected to unfold, as well as how particular people ought to act in given sets of circumstances (Conover 1984; Fisk and Taylor 1984). They also explain how substantive issues in a particular area of politics interrelate or how decision-making procedures are expected to operate. Members of the lay public who spend much less time dealing with and thinking about policy issues invariably hold less developed schema. Their ability to perceive and analyze the various dimensions of comparable issues, as a result, is necessarily far more limited, often giving the impression that they are uninformed. What the research shows, however, is that in such situations citizens mainly rely more heavily on *procedural* than on substantive schemas. Citizens turn to these often well developed generalized procedural schemas that can be applied to a range of different situations, from political decision-making to committee work in the office.

An important effort to test this social process theory of cognition in the case of a policy decision is Hill's (1992) sophisticated empirical study of the role of past experiences in citizens' assessments of a nuclear power plant in California. Hill's research documents the ways in which technical experts and administrative policy specialists have largely misunderstood the thinking of the lay public. Not surprisingly, he found the laypersons to have nothing of the technical understanding of the scientific experts involved with the plant. At the same time, however, he found the citizens' cognitive processes

to be far from confused or uninformed. Rather, citizens conformed to the social or cultural process model focusing on case-specific contextual information. Whereas technical experts and nuclear power managers portrayed the new plant as providing local citizens with additional sources of electrical power coupled with a lower local tax base, local residences focused attention on safety procedures. The principal concern that opened a lengthy public debate about the siting of the plant was the fact that it had been inadvertently located near an earthquake fault line and that the engineers had failed to properly equip the plant to withstand a sizable quake. Although technical in nature, this question wedged the debate open to a wide range of social and political questions about the engineers associated with this failure. Hill's findings led him to conclude that the layperson's knowledge was not just different from that of the technical knowledge of the experts, but that it was in fact a *complement* to the assessment methods of the nuclear experts and politicians. By judging how well the general engineering arguments in support of such plants apply to the specific substantive impacts of decisions in particular local contexts, the lay public's emphasis on case-specific social processes effectively counterbalanced the technical expertise of the evaluators.

The turn to cultural rationality and its emphasis on social processes is most apparent in the case of uncertain data. Uncertainty opens the door for competing interests to emphasize different interpretations of the findings. Moreover, "wicked" problems like Nimby (Not in my backyard), raise normative as well as empirical uncertainty. The question of how to define the situation is as problematic as the question of what to do about it. Competing definitions emerge from multiple, often conflicting perspectives. Normatively, in such cases politicians and activists advance counter-arguments about the nature or definition of the problem itself. Empirically, each side engages in what we have previously described as the politics of expertise (Fischer 1990), employing the same or similar data to suit their own purposes.

Where does this leave the public? Consider the empirical dimension of the problem. If two experts stand before an audience of citizens and argue over the empirical reliability of a given set of statistics, what basis does the citizen have for judging the competing empirical claims? In this situation, citizens are forced to rely more on a socio-cultural assessment of the factors surrounding a decision. And not without good reason. Although scientific experts continue to maintain that their research is "value-neutral", the limits of this view become especially apparent once they introduce their technical findings into the sociopolitical world of competing interests. In the absence of empirical agreement, there is every reason to believe that interested parties will strongly assert themselves, advocating the findings that best suit their interests. In such cases, at least in the immediate situation, there is nothing science can do to mediate between such claims. One can call for more research but, as experience shows, there is little guarantee that further research will bring either certainty or timely results in a particular conflict.

The presence of cultural rationality is especially strong when there is reason to believe in the possibility of deception or manipulation, which has often proven to be the case in environmental politics. In a world of large industrial giants with vastly disproportionate power and influence compared to that of local communities, it comes as no surprise to learn that citizens tend to be wary of the kinds of distorted communications to which such asymmetrical relations can give rise. Where citizens have compelling reasons to suspect that a risk assessment is superficial or false, they can only turn to their own cultural logic and examine the results in terms of previous social experiences. Turning away from the empirical studies themselves, they ask questions like: What are our previous experiences with these people? Is there reason to believe we can trust them? Why are they telling us this? (Perhaps even, Why don't they look us in the eye when they tell it?)

Such questions are especially pertinent when crucial decisions are made by distant, anonymous, and hierarchical organizations. Citizens want to know how conclusions were reached, whose interests are at stake, if the process reflects a hidden agenda, who is responsible, what protection they have if something goes wrong, and so on. If they believe the project engineers and managers either don't know what they are talking about, or are willing to lie to serve the purposes of their company, workers or citizens will obviously reject the risk assessment

statistics put forth by the company. For example, if they have experiences that suggest they should be highly distrustful of particular company representatives or plant managers, such information will tend to override the data itself. From the perspective of cultural rationality, to act otherwise would itself be *irrational*.

Given the limits of science in questions of public policy, coupled with the citizens' reliance on cultural ideologies, how should we approach deliberation about environmental risk? The critics of environmentalism continue to argue that more and better science is the answer. Recognizing the limits of existing science, the scientists have a greater responsibility to point out the shortcomings and criticisms of their own analyses (Rubin 1994). But this misses the role of cultural rationality and the problem that it addresses. The solution is not to be found in greater scientific clarification per se, but rather in answers to normative questions about the social system and the way of life more generally. Whereas the critics take this to mean a call for a different society, significant numbers of people are worried that the society they live in and accept is not working the way its leaders tell them it does. For this reason, any attempt to rule out social ideology can only miss the crucial part of the problem. The challenge ahead is not just more science, but rather how to better understand the interactions between science and ideology – facts and values – and most importantly how to systematically integrate them in a more comprehensive analysis.

2 Rationality in Practical Deliberation

The case for cultural reason and the reliance on ideology is generally made in terms of uncertainty; in the face of uncertainty people turn to their social experiences to fill in the gaps. Without the knowledge needed to make an empirical assessment, they make predictions based on extrapolations from their ordinary knowledge. But support for the turn to cultural reason can be even stronger. Indeed, it can be grounded in epistemology. This, though, involves turning from the formal conception of scientific logic to the informal logic of practical reason. The move itself is an apparent appeal, as this is the way we reason in the world of social affairs. Not only is it what the citizens are already doing, there is nothing inherently irrational about it. Practical discourse is, in fact, the mode of reason geared to the everyday world of social action.

Practical reason refers here to the work of "ordinary language philosophers" who have set out to understand how we think and reason in the everyday world, especially in absence of ultimate values and with incomplete knowledge. Much of the work has, moreover, been advanced to deal with the very problem that confronts risk assessment and communication. Asking how society proceeds without the assistance of the kind of rationality called for by formal scientific methodology, these philosophers have sought to reconstruct the informal logic of everyday discourse. That is, how do ordinary people deliberate and argue about the question of action? In the process, they have shown that the philosophers of positivist science throw the baby out with the bath water. It may be the case the kinds of decisions dealt with in the everyday world cannot be proven with the kind of rationality demanded by science, but to judge them then as irrational is to misunderstand how social reason functions. As writers such as Toulmin (1958), Scriven (1987), and others have made clear, such a judgment rests on a logical error. The positivists have falsely imported into the everyday world the epistemology of another domain. As Scriven (1987) has put it, "the classical models of reasoning provide inadequate and in fact seriously misleading accounts of most practical…reasoning – the reasoning of the kitchen, surgery and the workshop, the law courts… office and battle field." To be sure, common or ordinary reasoning frequently has components that can usefully be represented by the formal logics of induction and deduction. The problem is, as he explains, "they are only components, and a completely distorted picture of the nature of reasons results from supposing that these neat pieces are what reasoning…is all about."

But can we be more precise? What exactly is an informal logic of practical reason? Many people have a good intuitive sense that such a mode of reason exists without being able to say more precisely what it looks like. Toward this end, we can turn to Toulmin's approach to practical reason, or the "logic of good reasons", especially as elaborated by Taylor (1961) and

adapted to policy analysis by Fischer (1995). Without going into detail, which space here does not permit, we can understand a complete judgment in the practical world to involve four interrelated levels of evaluation, extending from the very concrete to the abstract (or the other way around).

Each of these levels constitutes a discourse unto itself. If we pursue the scheme from the concrete to the abstract (rather than from the abstract to the concrete, which can also be the direction of a deliberation), it begins with a very familiar question: Does a particular program (rule, assessment, policy, or project) fulfill a particular norm or standard? Which in ordinary language might more simply be approached as the question "Does it work?" Here we can easily interpret the goal of a risk assessment as an effort to answer the question: Does a particular decision or action meet certain acceptable standards of safety? It is a question to which all of the techniques and methods of empirical analysis can be brought (Covello 1993). Called here "technical verification", it is what the mainstream risk analyst takes to be the essence of rationality.

The problem with risk assessment is that it stops here. For a practical judgment, however, the evaluation moves on to the justification of the norms and standards against which the program is judged. That is, the legitimacy or validity of the standards also has to be tested, a task which is carried out through three additional discourses. The first of these discourses can be called "situational validation". Concerned with the context to which the norm and standard is applied, evaluation at this level asks if there is anything about the decision which requires that an exception be made to the rule or judgment rendered at the level of technical verification. Here we find a classic example in the politics of risk assessment, namely "Nimby" (Not in my backyard). Take, for instance, the case of GM foods. Beyond an empirical assessment, oppositional groups will argue that even if GM Foods might be shown to be safe, they should under no circumstances be sited in areas near organic farms.

Beyond an assessment of the situational context, the evaluation logically moves to "societal vindication", concerned with the contribution of the particular project or policy to the existing social order. This involves stepping outside of a particular value or belief system and asking if it has instrumental or contributive value for the political economy of the social system. That is, the frame or point of reference changes in societal vindication. Whereas in first-order discourse the issues pertain to a particular program and the affected group(s), the evaluation shifts to the impact on the society as a whole. Here we find prominent arguments – those of corporate leaders and governmental officials – about the contributions of technology to economic growth and thus a major source of social well-being. GM foods, it is argued by business leaders, is needed to fuel an expanding economy in the face of international competitiveness, or to feed the hungry in Africa. Environmentalists, on the other hand, point to possible health risks that cannot be anticipated at the present time and the irresponsible manipulation of nature for corporate profits. Which leads to the fourth level of discourse, social or "ideological social choice".

Whereas industrialists anchors their argument to the functional considerations of the existing social order, the environmentalist typically calls for a more natural, organic way of life. Here we confront the role of ideology in the positive sense of the term. The essence of the green critique is to assess the existing system from the point of view of ideal principles and values – the stuff of fourth-level discourse – and to offer an alternative vision of how we might live together sustainably. This could include lower levels of materialism resulting from less emphasis on consumerism and a more organic, spiritual relationship with nature.

The essential point here is that all four discourses are part of a complete or comprehensive judgment; all have a valid role to play in an assessment of a technological or environmental risk. Where the technical risk analyst offers data that corresponds to the first level of the evaluation, he or she fails to see that such data is only one component of a full evaluation. In judging the citizen "irrational" after listening to the results of a risk assessment and then speaking about the kind of society we live in, the technical analysts fails to see that citizens also address essential components of the complete assessment. Insofar as the risk analyst rejects such information as irrelevant, arguing that the citizen

cannot follow the argument, from the perspective of practical reason he or she can in fact be judged as irrational. Indeed, the logic of practical reason helps us to understand – even diagram – the classic Aristotelian statement that the acceptability of a statement or judgment is in the last instance on its relationship to the good way of life. Involving the justification of the standard or norm against which a particular measurement is made, the line moves directly from technical verification to ideological choice.

Table 1: The four-level discourse model

Logic of Practical Reason	*Types of GM Food Discourses*
Ideological Choice (Because of) ↑	Environmental Movement: Irresponsible manipulation of nature for corporate profit and unknown health risks. Long term effects cannot be measured at the present time. Call for more organic foods. Hunger from maldistribution, inadequate supply of food in the world.
Systems Vindication (Because of) ↑	Industry Economists: Increase the overall food supply and protect the environment from dangerous pesticides. Biotechnology should be seen as part of ecological modernization. Increased food supplies will help feed the hungry in the Third World.
Situational Validation (Because of) ↑	Medical and Nutrition Experts: Organic farms need special protection again seed contamination. There is also a need for protective labeling of GM foods for people with allergies. Farmers in developing countries are unable both to buy the modified seeds and compete with those who can, thus leading to increases in unemployment and poverty.
Warrant (Since) ↑	Risk Analysts: Measured again acceptable safety standards no harmful effects are found.
Data →	Technical Verification → Conclusion

A critical judgement is presented here as one that is pursued progressively through the four phases of practical deliberation. The formal logic of an empirical assertion moves from data to conclusion, mediated by a warrant backed by normative and empirical assumptions (cf. table 1). In normal discussion these assumptions generally serve as part of the background consensus and are called into question only during disputes. The task of a comprehensive-critical assessment is to make explicit these assumptions through a progressive critique extending from validation to ideological choice (or from ideological choice to validation). It is here that we can understand Habermas's classical Aristotelian contention that in the last instance an empirical statement must be judged by its intentions for the good and true life. As reflected through the logical link of an empirical assertion to the level of ideological choice, a full delineation of the logic of a practical reason discloses its meaning and implications for the pursuit of a particular conception of the ideal society.

An important methodological test of the four-level scheme is its ability to plug facts into normative policy deliberations. This can be demonstrated by relating it to the naturalist conception of ethical theory that emphasizes the contribution of empirical information to normative discourse (Fischer 1980, pp. 211-212). Naturalists list six types of empirical knowledge that influence value judgements. All can be located across the twelve component questions of the four levels. For example, these include knowledge about the consequences that flow from alternative actions and knowledge about alternative means available, both of which are basic to technical verification; the particular facts of the situation and knowledge of the established norms that bear on the decision is essential to situational validation; the general causal conditions and laws relevant to the problem are inherent components of systems vindication; and knowledge about values that bear on the decision and about the fundamental needs of humankind belongs to ideological social choice.

The starting point for such practical deliberation depends on the particular policy at issue and the debates that it has generated. Typically, the issue of contention relates most specifically to one of the levels, potentially expanding to one or more of the other levels as an argument

progresses. In policy issues that are highly contentious, however, there can be arguments emerging at all levels at the same time, as illustrated by the GM Foods example.

The four-level discourse model has been applied to concrete policy issues in a number of ways. Most important has been the work of Hoppe (1993), who has shown how the four levels correspond to the types of argumentation that occur across the phases of the policy cycle (Hoppe and Peterse 1993; Gabrielian 1998). Agenda-setting in significant part turns on ideological concerns; policy formulation concentrates heavily on issues of systems vindication; implementation focuses on issues pertinent to situational validation; and evaluation is a clear-cut case of technical verification. In this respect, Hoppe sees the policy process as moving from the reflective to the practical orders of reason, which he interestingly illustrates by attaching his analysis to Lynn's (1987, pp. 146-149) conceptualization of the policy process as a set of games: the high (ideological) game, the middle (systemic) game, and the low (technical) game.

Secondly, Hoppe and associates (Hoppe et al. 1990; Hoppe and Grin 2002) use the four-level discourse model to map out the structural properties of policy belief systems (understood as clusters of normative and causal assumptions). Adapting Lakatos' theory of a scientific research program as possessing a hard core surrounded by protective belts, in much the same way as Sabatier (1987, p. 667 and Majone (1989, p. 150) have, Hoppe et al. (1990, p. 124) conceptualize the level of ideological choice as the hard core of a policy belief system, the content of systems vindication as the near core, and the content of situation validation and technical verification as the secondary protective belts. Where the hard core of a policy belief system is stable and resistant to change, the secondary components are much more flexible. In this view, 'the hard core consists of strategies and methods for converting abstract ideas into action.' These "strategies generate permissible and advisable courses of action, while excluding or discouraging others." Like a scientific research strategy, "a policy belief system's long-term destiny would be determined by the flexible periphery's capacity to generate a range of policy programs in a wide array of different policy areas." Like a research program's instructions for "puzzle solving, a policy belief system's malleable periphery should generate (more so than rival belief systems) practical solutions and innovative ways of dealing with problems of everyday policy making," while "degenerating tendencies in the periphery may become fatal to a policy belief system." Hoppe et al. (1990, p. 139) argue that the four-level model assists in conceptualizing this by showing that "first-order discourse may help explain why one rather than another course of action is in fact adopted," while "second-order policy discourse analysis may help address the larger question of why others are quietly abandoned or simply forgotten." In this view, policy discourse coalitions seek to deflect challenges away from the core assumptions and axioms and engage in argumentative combat at the level of secondary assumptions. The strategy is to protect core assumptions by attempting to redirect or redefine challenges to lower-level considerations (also Mathur 2003). Policy change thus mostly occurs at the levels below the core assumptions. Only when the protective belts cannot hold – that is, withstand rigorous criticism – will alterations be made to the core, and even then not easily. Importantly, Hoppe et al. (1997, p. 124) recognize the vulnerability of core assumptions to interpretive "reality shifts." As they put it, the "capacity to reframe issues and harmonize interests from a new perspective may, in the end, be of the greatest importance."

The ability to logically analyze policies – one's own or those of one's opponents – offers insights into the construction of acceptable alternative policies. After organizing a policy argument into its component parts, the analyst can turn his or her attention to political consensus formation. In much the same sense that Roe (1994) speaks of metanarratives, the process involves an attempt to convert a static conception of a policy position into a dynamic argument with persuasive power. Once the possible areas of policy consensus and conflict are identified, the analyst can design an alternative policy proposal that addresses the key issues of conflict. The test of the alternative argument is how well it stands up to the criticisms and objections of the political audiences it has to persuade, the breadth of its appeal, the number of views it can synthesize, and so on. In many cases, this means the analyst must attempt dialectically to move

the proposal beyond the narrow defence of a particular argument in order to present a more comprehensive picture of the political situation. Since a narrow argument can be defended only within a limited context of belief, as Hoppe argues, the policy analyst must at times try to offer a new or reformulated view to replace or revise a belief or value system that impedes the construction of consensus.

The development of such policy proposals must remain as much an art as a science. The process involves conjecture and speculation, analogy, and metaphor, and logical extrapolation from established causal relationships and facts. Unlike the scientist's analysis based on a closed, generalized model, the policy analyst's proposal has to be open and contextual. Where the former model follows the formal principles of inference, the latter is based on the rules and procedures of informal logic. In matters related to technology, the practice is perhaps best recognized in the technique of scenario writing

3 Conclusion

This paper has explored the tensions between experts and citizens in the assessment of technological and environmental risks from an epistemological perspective. A good deal of the discussion about this issue has focused on the inability of citizens to participate "rationally" in the decision process, in particular the citizen's inability to grasp or accept scientific findings and their implications for rational policymaking. Rather than concentrating on the facts, citizens movements such as the environmental movement are said to concentrate on espousing an ideology. Instead of considering the technical issues at hand, they refocus the analytical process through their ideological lens. The analysis here has turned the question around and applied the informal logic of ordinary language to the scientific mode of decision-making. Instead of criticizing the citizen, this has permitted us to question the rationality of the scientists in decisions pertaining to public policy. In the process, contrary to the standard take on the issue, we showed that ordinary citizens rationally focus on important questions that scientific experts ignore or neglect. The logic of practical reason assists in revealing the systematic connections between the scientists' technical data and the particular social situation, the societal system and the way of life. Indeed, practical reason makes clear that the connection is more than just logical; it is essential and necessary for the scientific risk analysts to better integrate the citizen's perspective into his or her own analysis. The challenge is not an easy one, but given its importance it should be moved to the topic of the epistemological agenda.

Literature

Beck, U., 1992: Risk Society: Towards a New Modernity. Newbury Park: Sage Publications

Conover, P., 1984: How People Organize their Political World. In: American Journal of Political Science, 28, pp. 95-126

Covello, V.T., 1993: Risk Assessment Methods. New York: Plenum Press

Fischer, F., 1980: Politics, Values, and Public Policy: The Problem of Methodology. Boulder, Colo.: Westview Press

Fischer, F.; 1990: Technocracy and the Politics of Expertise. Newbury Park: Sage Publications

Fischer, F., 1995: Evaluating Public Policy. Belmont, CA: Wadsworth

Fischer, F., 2000: Citizens, Experts, and the Environment: The Politics of Local Knowledge. Durham, North Carolina: Duke University Press

Fischer, F., 2003: Reframing Public Policy. Discursive Politics and Deliberative Practices. New York: Oxford University Press

Fiske, S.T.; Taylor, S.E., 1984: Social Cognition. Reading, MA: Addison-Wesley

Gabrielian, V., 1998: Toward a Discursive Comparative Public Management: Study of Privatization in the U.S., U.K. and Russia. Ph.D thesis, Department of Public Administration, Rutgers University

Giddens, A., 1990: *Consequences of Modernity*. London: Polity Press

Hill, S., 1992: Democratic Values and Technological Choices. Stanford: CA; Stanford University Press

Hoppe, R.; Pranger, R.; Besseling, E., 1990: Policy Belief Systems and Risky Technologies: The Dutch Debate on Regulating LPG-Related Activities. In: Industrial Crisis Quarterly, 4, pp. 121-140.

Hoppe, R., 1993: Political Judgment and the Policy Cycle: The Case of Ethnicity Policy Arguments in the Netherlands. In: Fischer, F.; Forester, J. (eds.):

The Argumentative Turn in Policy Analysis and Planning. Durham, NC: Duke University Press

Hoppe, R.; Peterse, A., 1993: Handling Frozen Fire: Political Culture and Risk Management. Boulder, CO: Westview Press

Hoppe, R.; Grin, J., 2002: Traffic Problems Go Through the Technology Assessment Machine: A Culturalist Comparison. In: Vig, N.; Paschen, H. (eds.): Parliaments and Technology: The Development of Technology Assessment in Europe. Albany, NY: SUNY Press

Kasperson, R.; Stallen, P., 1991: Communicating Risks to the Public. Dordrecht, Netherlands: Kluwer

Lynn, L., 1987: Managing Public Policy. Boston: Little, Brown

Majone, G., 1989: Evidence, Argument, and Persuasion in the Policy Process. New Haven: Yale University Press

Mathur, N., 2003: Urban Revitalization as Participatory Planning: A Discursive Analysis of Policy Deliberation in Newark. Ph.D. thesis, Department of Public Administration, Rutgers University, Newark, NJ

Plough, A.; Krimsky, S., 1987: The Emergence of Risk Communications Studies: Social and Political Context. In: Science, Technology, and Human Values, 12, nos. 3-4, p. 4-d

Roe, E., 1994: Narrative Policy Analysis. Durham, NC: Duke University Press

Rubin, C.T., 1994: The Green Crusade. New York: Macmillian

Sabatier, P., 1987: An Advocacy Coalition Framework of Policy Change and the Role of Policy-Oriented Leaning Therein. In: Policy Sciences, 21, pp. 129-168

Scriven, M., 1987: Probative Logic. In: Eemeren, F. H. van et al. (ed.): Argumentation: Across the Lines of Discipline. Dordrecht, The Netherlands: Foris Publications, pp. 7-32

Slovic, P., 1992: Rating the Risks. In: Environment, 21, pp. 36-39

Taylor, P., 1961: Normative Discourse. Engelwood Cliffs, NJ: Prentice-Hall

Toulmin, S., 1958: The Uses of Argument. Cambridge: Cambridge University Press

Wynne, B., 1996: May the Sheep Safely Gaze? A Reflexive View of the Expert-Lay Knowledge Divide. In: Lash, S.; Szerzynski, B.; Wynne, B. (eds.): Risk Environment and Modernity: Toward a New Ecology. Newbury Park, CA: Sage Publications

Contact

Prof. Frank Fischer
Professor of Political Science
Political Science Department
Rutgers University
Newark, New Jersey 07102, USA
Tel.: +1 - 973 - 353 - 51 05
Fax: +1 - 973 - 353 - 51 03
E-Mail: ffischer@andromedea.rutgers.edu

« »

ERGEBNISSE VON TA-PROJEKTEN – NEUE TA-PROJEKTE

The *praxis* of reflexive design: lessons from a Dutch programme on sustainable livestock systems[1]

by John Grin, Francisca Felix, Bram Bos, Department of Political Science, University of Amsterdam, and Sierk Spoelstra, Animal Sciences Group of WageningenUR.

Deliberative policy analysis has been practiced often in cases that Beck, Giddens and others have designated "reflexive modernisation". Deliberation under such circumstances is to support a synthesising kind of judgment in which assumptions, knowledge claims, distinctions, roles and identities normally taken for granted must be critically scrutinised. Thus existing institutions tend to provide inadequate guidance for such "reflexive design".
In this paper, we shed some light on this challenge by telling and reviewing the story of *Programme 348: "Future Livestock Production Systems"* for the reflexive modernisation of Dutch agriculture, following major crises in the country's husbandry sector. Although an institutional arrangement had been created that was rather favourable to reflexive design, the programme encountered significant difficulties which we argue were rooted in the institutions that have emerged throughout agricultural modernization over the past century: established identities, knowledge stocks, economic rules and so on appear to fight back against the very projects that are designed to transform them. We draw on these findings in order to formulate some lessons for practices of reflexive design.

Over the last decade, there has been considerable attention to deliberative ("interactive" – Grin and Van de Graaf 1996 or "interpretive" – Hoppe and Grin 2000) policy analysis. The idea of deliberative policy analysis is to define both a problem and a solution in a process of reciprocal, argumentative exchange between the actors involved in the problem area: those who have a stake in it (the stakeholders: those who are co-owner of the problem; and those affected by potential solutions) and those who may be needed for implementing the solution (the co-producers of the solution). It has both a democratic, participatory and a pragmatic, efficacy rationale: it is to support policies that are designed to – legitimately and effectively – resolve the problems experienced by societal actors.

Not coincidentally, deliberative policy analysis has been practiced often in cases that in a very essential sense involve value dissent and major uncertainties: cases of "reflexive modernisation" (Beck 1997; Beck et al. 1997). Such issues concern dealing with the risks that have come with "simple modernization".[2] At least as much as these risks themselves, a crucial characteristic of risk society is the inability of existing institutions (that have developed through and tend to privilege simple modernization processes) to deal with them. These authors therefore argue for a "reflexive modernization", implying a need to redefine modes of knowledge production, fundamental societal distinctions such as femininity – masculinity or nature – technology and "rule altering politics". Thus, it requires more than the usual involvement of stakeholders and co-producers in design: additionally, such "discursive will formation [in recursive systems]" (Fox and Miller 1996, p. 91) requires that institutionally embedded assumptions, knowledge claims, distinctions, roles and identities which are normally taken for granted must now be critically scrutinised. In this article we wish to explore the repercussions of this additional requirement by discussing an example from one currently important area of reflexive modernisation: the transition to a different agriculture.

1 The modernisation of Dutch agriculture: orientations and institutions

Although remarkably little noted in discussions about knowledge society, agriculture in western societies is a primary example of a mature modernisation project. Governmentally stimulated modernisation led to a very rapid pace of rationalization (Bieleman 2000), decreasing the primary sector's share in the labour force from 19 % in 1947 to 5 % in 1990, while the amount

of capital goods (machines; cattle; buildings) increased by 80 % and the labour force decreased by 60 %. Success was basically due to a strong consensus on this modernisation, and a solid institutional embedment. The so-called "OVO (a Dutch acronym for research, information and education)-triad" generated knowledge and technology through innovative agricultural research and disseminated it to agricultural practice through education at agricultural schools as well as through information services to farmers. Policy making was in the hands of an "iron triangle" of the agricultural ministry, agricultural branche organizations and agricultural specialists in parliament (Bekke and de Vries 1994; Wisserhof 2000).

This tightly woven system was, for a long time, widely appreciated for its many successes. Social support started to diminish in the late 1970s, however, when concerns were raised on overproduction, animal welfare and environmental emissions, especially from manure. The classical institutional arrangements were opened up under the pressure of outside actors (non-governmental actors, citizens; their echoes in parliament) and successful attempts by the Ministry of Spatial Planning, Housing and the Environment to conquer a place at the table of agricultural decision making. A decade later, new institutional arrangements started to arise, stimulated by these earlier developments as well as by a general tendency towards the "retreat of government". One of these arrangements was "Programme 348: *Future Livestock Production Systems*" on which this article focuses.

2 Early proceedings of Programme 348: "Future Livestock Production Systems"

Programme 348 was launched as one of the policy responses (in addition to more "cold" measures) to the classical swine fever (CSF) epidemic that swept the country between February and September 1997 and which made the Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries conclude[3] that existing modes of animal keeping were no longer satisfactory, given their consequences for animal welfare, emissions and use of resources. The programme was commissioned by the Ministry to DLO, a consortium of agricultural research institutes. DLO originally was the acronym of Direction of Agricultural Research (later Service for Agricultural Research), reflecting its nature as a governmental branch. Privatisation of DLO during the late 1990s[4] had required a switch from lump-sum funding to a more demand and market oriented, programme-based research strategy. In important respects, the organization was still in the process of making that transition when P348 took off.

While the Ministry granted P348 to DLO, it was made very clear that – however complicated in this setting – it was intended to be *an intensive, trans-disciplinary co-operation* between the several DLO-institutes and several other institutes, representing different animal science disciplines as well as for example agro-economics. In addition, there was the substantive requirement to design "something completely different", with a knowledge intensive character, meeting changing societal demands and appropriate for agricultural practice.

In a programme proposal, programme leadership argued that it would be necessary to identify and integrate the views of consumers, citizens and social organizations on issues such as animal welfare, environmental emissions and food security with each other as well as with the views of farmers and market parties concerning agricultural and economic aspects. Thus the choice was made for *a deliberative method*, involving this variety of actors in dealing with this variety of aspects. Recognising that such radically innovative, deliberative and transdisciplinary research was not standard routine within the DLO organization, several non-standard rules were laid down in the programme proposal. These rules included the choice for a deliberative approach, and ensured firm commitment to such things as interdisciplinarily composed teams (in practice: comprising several institutes), system innovation as an objective, and the placement of programme interest above institutes' interests. Also, the programme leadership realised that this was a programme for far-going, non-standard innovation. Therefore, a choice was made for the method developed by the Dutch Agency for Sustainable Technology Development (STD; cf. Weaver et al. 2000; Green and Vergragt 2001; Henning and Krings 1998). The programme team followed a post-graduate thesis

both for the method for deliberative design (Grin et al. 1997) and the STD method.

Central to the method is the collective, deliberative development and realization of future visions to guide "processes of technological, cultural and structural change"; and backcasting to (also deliberatively) design projects for actually realizing them. Thus the programme started with vision development and backcasting. In a second stage, different teams worked to realize a variety of projects. At this stage, some new rules were formulated that were to ensure commitment to programme objectives in a situation in which the focus of activities shifted from the programme to the project level. These rules included the prescription that project teams would include at least a "leading stakeholder", a DLO project leader and a process adviser, consist of and transcend several DLO institutes; contribute to the joint website, thus facilitating project monitoring and mutual exchange, and demonstrate that they contributed to overall programme objectives. Budgets were allocated for periods of six months, on the basis of a list of agreed objectives and activities.

In spite of these careful provisions, the programme had to deal with major difficulties. Although project teams managed to realize programme objectives to a remarkably significant extent it is interesting to focus here on these difficulties. The reason is that most of them can be traced back to factors that are deeply embedded in existing institutions. That is, these factors basically reflect how existing institutions "fight back" against attempts to transform them into projects for reflexive modernisation. As such, these difficulties as well as the ways in which they were dealt with by these brave pioneers of the reflexive modernisation of agriculture, provide interesting lessons on the praxis of reflexive design.

For a more precise empirical underpinning of these lessons (including the details of the P348 institutional arrangements and the proceedings of individual projects) we refer to Grin et al. (2004). Here, we will only briefly summarize these projects' objectives, the involved stakeholders, and main results.

Project 1: "Zoö-centric design"

The objective of this project was to design a production system that – contrary to normal practice – departs from a simple consideration of animal welfare aspects and to subsequently test and adapt the design from the perspective of other criteria, including ecological concerns, economics and food safety. Leading stakeholder was the largest national animal protection association (*Dierenbescherming*), who indeed engaged enthusiastically and very actively in the project. Other stakeholders were much less active, due to, first, this leading role of the Dierenbescherming, second, a certain discomfort with their unusual role, and, third, alienation felt by some vis-à-vis the visions developed.

Much attention was paid to specific arrangements to stimulate trans-disciplinary co-operation: interactions were planned at all levels (individual, projects, groups), it was agreed that research work would be interdisciplinary in nature and it was symbolically decided not to make *a priori* budget divisions. Yet, reality was harder than anticipated. While difficulties were handled adequately by the process adviser experienced in group dynamics, transaction costs – that of course were only a derivative of the deeper causes mentioned – were eventually considered to be so high that the project leadership decided to get much of the work done "back-office". Thus the research work became strongly separated along traditional disciplinary divisions, a point reinforced by the fact that knowledge workers appeared to prefer analytical work rather to design.

The results were varied. In terms of deliberation, it must be noted that there was little balance between the various interests due to the strong involvement of one stakeholder, which both created a strong drive towards that stakeholder's favourite aspect and had a negative impact on the engagement of other stakeholders. In terms of reflexivity, a fully fledged reflexive design did not result, as a consequence of the ways in which the just mentioned role of the leading stakeholder. The difficulties encountered in trans-disciplinary co-operation also reinforced each other into a movement towards a more mono-disciplinary, analytical undertaking. On the other hand, a genuine basis for reflexive design was laid through the elaboration of knowledge needs for tuning breeding to animal

welfare and the exploration of the relations between animal welfare aspects and other design criteria.

Project 2: Sustainable Poultry Meat Production

The Sustainable Poultry Meat Production Project was intended to help resolve a variety of problems: animal welfare concerns, the sector's problematic image amongst consumers, food safety in relation with bacterial contaminations, emissions as well as dissatisfaction with the meat structure and taste of intensively produced poultry. The idea was to do so through designing a long term vision for integrating traditional and biological chains, as well as specific projects to work toward that vision.

The project started with interviews with stakeholders and, especially, co-producers, so as to make an inventory of their visions and their ideas on how to realize them. Of some 35 invited stakeholders, nearly half showed up at a workshop. They expressed interest for continued involvement; and indeed most of them continued to play a role. The problematic side of the coin was that, while a significant number of farmers was involved, banks, retailers and – especially – societal organizations were under-represented. A second, and tougher, obstacle for truly reflexive design was implied by the initial lack of enthusiasm amongst participants in drafting long term visions. This was due to a limited sense of urgency, amongst farmers and other inside players, under-representation of problem-owning stakeholders and the fact that farmers felt that existing power relations hardly enabled them freedom of choice.

In spite of these initial difficulties, the project team eventually managed to produce long term visions, involving some interesting trans-disciplinary syntheses. The main limitation was that, after all the discussions on short term problems, time did not permit to test extensively to what extent the visions indeed made sense in the eyes of stakeholders from different backgrounds.

Project 3: Family housing for organic pig raising

In order to deal with animal welfare and health concerns, to fit farms better into the landscape and to reduce emissions due to manure and transportation, this project aimed to design biological animal housing facilities and a so-called "short" chain (many functions on-farm) for biological pig keeping. Other objectives were to collect, develop and integrate knowledge, and to bring about interactions between a variety of stakeholders. The project team comprised several co-producers, including Nutreco, who initially was the leading stakeholder.

The project started with a workshop where farmers, knowledge workers and Nutreco constructively discussed opportunities for the project to contribute to a sustainable pig farming chain. Much less attention than in the poultry project was devoted to short term problems. After this first workshop, Nutreco stopped being the *primus inter pares* among the involved actors, since others appeared less interested in answering the specific research question Nutreco had been interested in experimental data rather than desk studies. Subsequently, the project focused on the design of long term visions. Several workshops and creativity sessions were held, and in addition farmers were consulted during visits to their homes on the ideas drafted by the knowledge workers.

The project team succeeded in creating significant commitment amongst farmers for actively contributing to that effort, and these farmers appeared to have clear ideas in the long term. Behind both the relative neglect of short term problems and the interest in long term visions was the *a priori* interest these stakeholders appeared to have in long term change given the societal pressure the pig sector had experienced since the 1980s. Another factor was that the designs were tailor-made for the specific regions of participating stakeholders. Trans-disciplinary co-operation was significantly promoted by the so-called innovative design method, which combines methodical design with initiating system innovation. It enabled the team to identify and deal with new knowledge needs, new ways of measuring emissions and new markets, as well as with the need to develop paradigmatically new knowledge on animal health. In these respects it is fair to say that the project contributed to reflexive design. However, scientific interest among participants in the project and division of the project in to two separate parts (pig housing systems and pig chains) limited the degree to which an actual design resulted.

Project 4: Hercules: innovative pig housing concepts

The Hercules project was intended to develop and test a new concept for pig housing and the production of organic fertilizers. The project aspired to simultaneously solve a range of problems with pig farming (energy use, emissions of ammonia and odorous gases to the environment, the costs of getting rid of the manure, and animal welfare concerns), by seeking a narrow integration of functions within the housing system.

From its start in 1998 as part of the so-called Environment, Economy and Technology (EET) programme, the project was a combined effort of six firms, ranging from manufacturers of pig house components to a chemical multinational, and three different agricultural research institutes. Two years later (in 2000), the project acquired additional funding from P348, which introduced the requirement to also involve farmers and adopt a deliberative method.

The project has been fairly successful in creating commitment from the participating co-producers, especially since market introduction was strongly emphasized during its final stages. Yet, the degree of reflexivity was significantly reduced by the decision to drop the manure belts and, as a result, the extensive use of straw. The reasons for this decision included the fact that the integral system was alien to the market, farmers were used to construct pig houses on a component-by-component basis, obtaining components from specialized firms. The belts appeared as a major cost-driver – partly because the cost-effectiveness of the system was not considered integrally – implying a cost increase of € 0.05 per kilogram produced meat, which was considered prohibitively high, especially since, third, it appeared hard to sell the envisaged fertilizer specialities at a profit, which were new and demanded some changes in crop breeding practices. Finally, there were doubts concerning the scientific evidence on straw's benefits for animal welfare combined with concerns about its implications for labour conditions.

3 Lessons on reflexive design

Perhaps the single most important message from our case study is that creating an appropriate institutional arrangement is a necessary but *not* sufficient condition for reflexive design, and that, in reflexive design, the art of dealing with those circumstances that cannot be adequately pre-empted by such rules is crucial.

That it is a necessary condition for success became clear in e.g. the zoö-centric design project. It was these programme requirements which in all projects led to an unusual degree of efforts to *involve stakeholders* and to actively use their insights and desires/visions in the design process. These efforts have positively affected the proceedings and the outcomes of the programme as a reflexive design effort. When competition and cultural differences between institutes appeared to threaten *inter-disciplinarity*, the project leadership appeared to programme arrangements in order to legitimise practical measures to overcome these difficulties. Also, as regards the achievement of *reflexivity*, researchers deliberately sought knowledge of different types, realizing that current knowledge stocks had co-evolved with existing practices of intensive husbandry. To the extent that such knowledge did not appear sufficiently available – as was the case, e.g., for understanding the implications for future breeding programmes which truly take animal welfare as a point of departure for design – such knowledge needs were articulated for future research.

Yet stakeholder involvement, trans-disciplinarity and reflexivity have been continuously challenged, with mixed impacts on the proceedings and results of the programme. In the remainder of this section we will categorize these difficulties and provide a deeper understanding so as to eventually be able to provide some suggestions on how they might be dealt with better.

"Challenging factors" and their institutional roots

The difficulties encountered can be categorized as a variety of, often mutually reinforcing, factors. First, both during the initial stage of P348 and in the projects on zoö-centric design and poultry chains, among both stakeholders and researchers there was discomfort with the roles

they were supposed to play: farmers were supposed to act, and be accepted as, co-producers of knowledge and technology, both to benefit from their creativity and inventiveness and to base research and development on a renewed understanding of agricultural practice. These "new" roles were at odds with the identities these actors had assumed throughout the era of knowledge driven agricultural modernization, metaphorically emphasised and reified in the OVO triad. Significant attention to human relations was needed – and helped – to overcome such difficulties.

Second, and closely related, in all projects many knowledge workers exhibited a strong inclination towards their home disciplines rather than the trans-disciplinary, design-oriented attitude necessary for reflexive design. They anticipated that they would be assessed – in a situation of resource competition and organizational shrinking – in terms of articles published in disciplinarily and analytically (rather than design) oriented journals and in terms of their contribution to the budget of the home group. The fact that some early products of the programme met with ambiguous reception both fed these anticipations in later stages and indicated that the fear is not entirely implausible that they might be punished rather than rewarded for their innovative efforts. This cultural characteristic of the DLO organization combined with the fact that research and development had, until recently, been shaped by a myth of an ongoing modernization process, shared by knowledge workers, policy makers and primary producers alike (Van der Ploeg, 1999, chapter 6).

Third, the disciplinary differentiations between institutes, in spite of the rules set in P348, continued to play a role in the projects. In the zoö-centric design project, the eventual decision to reduce transaction costs through back-office work re-introduced these differentiations; in the poultry-project individual subprojects were defined along disciplinary lines.

Fourth, we have seen how stakeholders and co-producers anticipated constraints they would face whenever the project outcome "landed" in the real world, shaped by the existing regime of modernized agriculture. In the Poultry project, farmers felt limited by EC legislation, tailored to intensive rather than sustainable production and by their dependence on market parties in the highly specialized, differentiated chain that had emerged throughout post-war modernization. The latter also played a crucial role in the Hercules project, where a € 0.05 increase in the costs per kilogram of meat was considered virtually prohibitive. It is important to note here that this does not reflect a "hard" law of economics: many consumers now – other than in the years following World War II – appear prepared to pay for specialties, prepared meals and products for "new" food habits (Van Otterloo 2000). The problem with the modest cost increase must rather be attributed to the increased dependency of farmers especially on downstream players in the chain: the "logic" of the market – often reified in, for instance, contract relations between primary producers and later players – that cost increases of primary products are treated multiplicatively rather than additively.

Fifth, we have seen several instances of how the still controversial nature of the issue area interfered with P348's proceedings. In the poultry project, farmers feared that any preparedness on their side for a design that would be more far going than existing policies might lead to stricter policy norms. Similarly, the emphasis of the *Dierenbescherming* (Animal Protection Association) in the zoö-centric design project on providing a scientific basis for animal welfare aspects of animal keeping can partly be explained by that organization's keen interest in using science to "authoritatively" underpin its position in societal and political debates on the issue. A final example is the researcher in the poultry project who feared to loose his credibility within "the sector" through engaging in the design of a sustainable system – notably not in his role as provider of sound knowledge, but as a "reflexive designer".

4 Conclusions: The challenge of reflexive design

While the latter factor may be seen largely as a matter of political opportunity, the first four "challenging factors" have deeper roots. They are typical expressions of the existing regime which privileges existing practices. It is easy to recognise here the sort of mechanisms to which Frank Fischer (2003) has recently drawn attention. Drawing on post-modern writers like

Foucault (1984), Lefebvre (1991) and Bourdieu (1997), who have written about the "spaces" (institutional arrangements) for practices in which identities, social relations and rules are being contested and transformed, Fischer argues that "traces of previous interactions are so much ingrained [in such spaces] [that] no newly created space can be entirely cleared of those assumptions and meanings. Nor can spaces be emptied from expectations and experiences, or traces of social relations in other spaces". This leads Fischer both to proposing more research on the question how such spaces are "occupied, negotiated, subverted or mediated" in processes of "intersubjective dynamics"; and to asking what may help, meanwhile, to deal better with these dynamics through adequate facilitation of reflexive projects. We believe that the preceding analysis contributes some insights to the former; and that we may add some insights to Fischer's on the latter, not only in the form of some lessons from P348 on facilitation, but also concerning *the conditions under which* such facilitation may achieve some success.

Etienne Wenger's (1998) work appears to offer a fruitful perspective for the latter. He discusses learning as a process of transforming meanings and identities in "communities of practice", and conceptualises learning as anchored in different "modes of belonging". First, *engagement* in a "community of practice" offers opportunities for negotiation of meaning and the design and implementation of strategies. Engagement is necessarily bounded in time and space. These boundaries may be overcome through a second mode of belonging, *imagination*, the transcendence of time and space through creating new images of the world and ourselves. It is a way to recast the present. Finally, *alignment* is the bridging of time and space through connecting engagement in a community of practice to enterprises elsewhere. Alignment may be helpful because it brings a particular engagement in line with the practices it seeks to influence.

More precisely, in Wenger's account, engagement in the community of practice provides the by and large appropriate context for action, which remains close to standard routines. Learning largely results from the tension between the limits of that context on the one hand, and the transcendental opportunities implied by imagination and alignment: wisdom results from the periphery of communities of practice. In P348, however, the engagement in which the project teams are supposed to be involved in are non-standard, even reflexive, in nature. Thus, while the institutional arrangement created for the project may favour such reflexivity, the practices they seek to align with as well as the actors engaged in the project may tend to rely more on existing practices and thus to challenge reflexivity.

Summarising our findings (Grin et al., 2004), engagement in reflexive design was served well by the institutional arrangement created around P348 and also, in certain circumstances, promoted by methods that stressed trans-disciplinary cooperation as well as imagination through the construction of visions. It was hampered by the fact that knowledge workers as well as other participants brought in established identities and tended to align with existing practices. Such alignment, as we have seen, could be accommodated through appropriate methods; it could, however, not be pre-empted, especially because it was brought in by participants who know the real world all too well. Similarly, alignment through anticipations of power relations (the poultry project) and institutional differentiations (Hercules) is hard to pre-empt. Imagination may help to make these issues discursive, but the degree of success seems to be co-determined by the degree to which this vision can be constructively related to the problems of the real world (cp. poultry vs. Hercules), in which participants know the project – and they themselves – will eventually land.

Notes

1) For a more elaborate discussion, see Grin et al. (2004).
2) Simple modernization is driven by scientific and technological progress, which are supposed to yield social progress. Reflexive modernization is driven by the desire to use scientific knowledge and rational understanding so as to adequately deal with the side effects created by such modernizations processes.
3) Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries, *Kracht en kwailiteit* (policy memorandum)

4) Yet, the Ministry still is its most important client, funding about 70 % of the research portfolio. Cf. Dorst, A.; Schoonakker, D.; Velner, M., 1999: Het innoverend vermogen van P348 in relatie tot de staande DLO organisatie. Rotterdam: Erasmus Univeristy, Faculty of Management. Research Report.

References

Beck, U., 1997: The Reinvention of Politics. Rethinking Modernity in the Global Social Order. Cambridge: Polity Press

Beck, U.; Giddens, A.; Lash, S., 1997: Reflexive modernization. Cambridge: Polity Press

Bekke, H.; Vries, J. de, 1994: De salto mortale van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Alphen a/d Rijn: Samson H.D. Tjeenk Willink

Bieleman, J., 2000: Landbouw, part I. In: Techniek in Nederland in de twintigste eeuw: Landbouw & Voeding. Zutphen: Walburg Pers., p. 11-233

Fischer, F., 2003: Discursive spaces for participatory governance: theoretical notes on design and facilitation. Submitted to Governance

Foucault, M., 1984: Of other spaces. Diacritics – A Review of Contemporary Criticism, vol. 16, no. 1m, p. 22-27

Fox, C.J.; Miller, H.T., 1996: Postmodern public administration. Toward discourse, London: SAGE

Green, K.; Vergragt, Ph.J., 2001: The SusHouse Methodology. Design Orienting Scenarios for Sustainable Solutions. Journal of Design Research

Grin, J.; Felix, F.; Bos, B.; Spoelstra, S., 2004: Practices for reflexive design: lessons from a Dutch project on sustainable agriculture. Int. J. Foresight and Innovation Policies, vol. 1, nos. 1-2, p. 126-148

Grin, J.; Graaf, H. van de, 1996: Technology Assessment as learning. Science, Technology and Human Values, vol. 20, no. 1, p. 72-99

Grin, J.; Graaf, H. van de; Hoppe, R., 1997: Technology assessment through interaction: a guide. Den Haag: SDU (Working document Rathenau Instituut; W57)

Hennen, L.; Krings, B.-J., 1998: Forschungs- und Technologiepolitik für eine nachhaltige Entwicklung. Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB)

Hoppe, R.; Grin, J., 2000: Traffic goes through the TA machine: A culturalist comparison. In: Vig, N.J.; Paschen, H. (eds.): Parliaments and Technology: the Development of Technology Assessment in Europe. New York: SUNY Press, chapter 10, p. 273-324

Otterloo, A.H. Van, 2000: Voeding. In: Weaver, P.; Jansen, L.; Grootveld, G. van; Spiegel, E. van; Vergragt, P.: Techniek in Nederland in de twintigste eeuw: Landbouw & Voeding. Zutphen: Walburg Pers. Sustainable technology development. Sheffield: Greenleaf Publishing, part II, p. 235-376

Ploeg, J.D. Van der, 1999: De virtuele boer. Assen: Van Gorcum

Wenger, E., 1998: Communities of Practice. Learning, Meaning, and Identity. Cambridge: Cambridge University Press

Wisserhof, J., 2000: Agricultural Policy Making in the Netherlands: beyond Corporatist Policy Arrangements? In: Tatenhove, J. van; Arts, B.; Leroy, P. (eds.): Political Modernisation and the Environment. The Renewal of Environmental Policy Arrangements. Dordrecht etc.: Kluwer Academic Publishers, p. 175-198

Contact

Department of Political Science
University of Amsterdam
Oudezijds Achterburgwal 237
NL-1012 DL Amsterdam, The Netherlands

John Grin
E-Mail: j.grin@uva.nl

Francisca Felix
E-Mail: f.felix@uva.nl

Bram Bos
E-Mail: a.p.bos@uva.nl;

Sierk Spoelstra
Animal Sciences Group of WageningenUR.
Edelhertweg 15, NL-8200 AB Lelystad NL
The Netherlands
E-Mail: sierk.spoelstra@wur.nl

«

Informationsmanagement einer Landschaft im Wandel

von Ronny Weinkauf, SCC Software GmbH Merseburg, und Renate Patz, Fachhochschule Merseburg und Förderverein Zentralwerkstatt Pfännerhall e.V.

Landschaften resp. Regionen, in denen sich ein komplexer Wandel vollzieht, stellen für die involvierten Akteure eine neue Herausforderung dar, um im Wettbewerb der Regionen, auch im Wettbewerb der Standorte bestehen zu können. Ein grundsätzliches Problem besteht darin, die Vielzahl an Informationsinseln einer Region, Informationsangebote wie Informationsanbieter so zu vernetzen, dass nicht lediglich nur eine neue Informationssammlung entsteht, sondern dass Informationsmanagement als Prozess und kooperative Entwicklungsstrategie aufgefasst und gestaltet wird. Für die Bergbaufolgelandschaft Geiseltal wurde mit Mitteln des Landes Sachsen-Anhalt ein Konzept erarbeitet, mit dessen Umsetzung vor wenigen Monaten begonnen wurde.

1 Motivation und Hintergrund

Räumliche Strukturen, Nutzungen, Funktionen, Potenziale einer Landschaft ändern sich naturwie anthrogenbedingt stetig. Zielorientierte Landschaftsentwicklung und Landnutzung erfordern folglich eine gesicherte Informationsbasis über den betreffenden Raum, seiner Elemente und deren funktionalen Zusammenhänge. Die Zielorientierung Nachhaltigkeit setzt geeignete Bewertungsmaßstäbe für eine transparente Auswahl von Empfehlungen oder Angeboten voraus.

Für Regionen, in denen sich tief greifende Wandlungsprozesse vollziehen, ist es von eminenter Bedeutung, die Veränderungen, den damit einhergehenden Identitäts- und Imagewandel, die entstehenden neuen Angebote nach außen und auch innerhalb der Region publik zu machen. Die Erarbeitung einer schlüssigen Gesamtstrategie, eines stimmigen Gesamtbildes, die Kommunikation der regionalen Akteure untereinander und mit weiteren überregionalen Akteuren, deren Kooperation kann durch ein adäquates Informationsmanagement befördert werden. Letztlich sind nutzerfreundliche Informationsdienstleistungen für die Zufriedenheit der Gäste einer Region oder potenzieller Investoren unerlässlich. Betrachtet werden hier ausschließlich rechnerbasierte Informationssysteme.

Kein Einzelfall ist die nachfolgend geschilderte Situation, entsprechende Analysen und Erhebungen, auch eigene im betrachteten Untersuchungsraum (Patz et al. 2003), bestätigen dies:

Das Konglomerat an Informationen über eine Region sowie an Informationsanbietern wuchert permanent. Informationen zu einer Region liegen in unterschiedlichen Medien vor, digitale Informationen sind unterschiedlich strukturiert, inhaltlich nicht immer konsistent, sie nehmen nur bedingt aufeinander Bezug. Es fehlt ein Informationszugang für eine gesamte Region. Informationen werden in der Regel als Text oder Bild zur Verfügung gestellt, allerdings ohne direkten Raumbezug, das Wieder finden in einer Landkarte wird nicht adäquat unterstützt, was allerdings Geographische Informationssysteme voraussetzt. Besondere Schwächen zeigen sich meist bei den dynamischen Inhalten von Web-Seiten. Regionale Akteure verfügen nur partiell über die informationstechnische oder gestalterische Kompetenz, die infrastrukturellen Voraussetzungen sind lückenhaft. Auch wenn es gute „Insellösungen“ gibt, so müssen diese integriert, besser verwaltet und gepflegt, in überregionale Informationssysteme eingebunden werden. Dem an Informationen interessierten Nutzer wird es also oftmals nicht leicht gemacht, sich in der Informationsvielfalt zurechtzufinden. Die Bewertung der Empfehlungen oder Angebote wird dem Nachfragenden überlassen.

2 Die Spezifika von Bergbaufolgelandschaften. Das Beispiel Geiseltal

Zugespitzt verläuft der Prozess des Wandels von Landschaften in den ehemaligen ostdeutschen Bergbauregionen wie oben skizziert. Es sind Übergangslandschaften, deren stabiler Endzustand erst nach Jahren bzw. Jahrzehnten erreicht sein wird. Das Geiseltal ist eine Region in Mitteldeutschland, geprägt von einem 300jährigen Braunkohleabbau sowie dessen Folgen, nunmehr hinstrebend zu einer Seenlandschaft mit starkem Akzent auf Erholungs-, Freizeit- und Tourismusnutzungen. Seit Juni 2003 wird das

letzte und größte der drei Tagebaurestlöcher geflutet, in wenigen Jahren wird der entstehende Geiseltalsee mit 19 km2 Wasserfläche das größte künstliche Gewässer Deutschlands sein (LMBV 2003). Die Herausforderungen an die nachhaltige Planung und Gestaltung einer solcher Landschaft sind immens, es sind sowohl die Ansiedlung, die Erhaltung und der Schutz raumspezifisch vorhandenen Naturkapitals als auch eine angemessene wirtschaftliche und sozial gesicherte Entwicklung zu berücksichtigen.

Auch wenn neue Seen entstehen, nicht nur im Geiseltal, ebenso im Bitterfelder Raum, im Südraum Leipzig und in der Lausitz, klassische Tourismusregionen mit sicht- und erlebbaren Angebotselementen in genügender Zahl sind es noch nicht. Will man im Wettbewerb zwischen diesen Regionen aber auch mit anderen bereits etablierten Angeboten erfolgreich bestehen, so sind Marketing und Informationsstrategie aufeinander abzustimmen (Luft 2001). Zentrale Anlauf- und Informationspunkte bzw. City- oder Regionalmanager übernehmen dabei wichtige Funktionen. Für das Besucherziel Geiseltal wurde daraus zunächst die Forderung nach einem Management der relevanten Informationsbestände abgeleitet, welches die Erfassung, Pflege und Bereitstellung der Informationen organisiert. Dies war das Ziel eines vom Land Sachsen-Anhalt geförderten Projektes (Laufzeit Mai bis Dezember 2002) zur Erarbeitung eines entsprechenden Konzeptes durch den Förderverein „Zentrum für Zukunftstechnologie, Kunst und Design. Zentralwerkstatt Pfännerhall. Geiseltal“ e.V.. In die Projektbearbeitung wurden die Kompetenzen der Fachhochschule Merseburg und der SCC Software GmbH einbezogen.

3 Ist-Analyse. Ableitung der organisatorischen und informationstechnischen Anforderungen

Ausgangspunkt war eine Erhebung zur Erfassung des Ist-Zustandes der Informationsverarbeitung im Geiseltal. Mittels Interview, Beobachtung und Dokumentenanalyse wurden die existierenden Informationssysteme, die Informationsanbieter und deren Informationsangebote sowie Informationsbedarfe und -nachfragen ermittelt. Das Bild der Informationslandschaft im Geiseltal spiegelt sich in der obigen Situationsschilderung wider. Deutlich wurde bei den Erhebungen: Informationsmanagement ist ein äußerst sensibler Prozess, beginnend bereits bei der Auswahl der einzubeziehenden Akteure.

Zur Abgrenzung des Diskursbereichs wurde auf ein Akteursmodell zurückgegriffen, welches auf der Grundlage empirischer Untersuchungen zur regionalen Entwicklung erstellt wurde (Henn und Patz 2003). Welche Akteure sind für das regionale Informationsmanagement relevant? Bezieht man die betriebswirtschaftliche Betrachtungsweise auf den Informationsaustausch, so können Akteure Anbieter von Informationen und/oder Nachfrager von Informationen sein. Naherholer, Touristen und Bewohner fragen primär Informationen nach, wobei insbesondere Bewohner auch zunehmend zum Anbieter von Informationen werden. Die Administrative – im Geiseltal im Wesentlichen die kommunalen Verwaltungen – hingegen tritt als Anbieter von Informationen auf, wie auch Vereine und Verbände sowie Teile der ansässigen Unternehmen.

Der Kommunikation mit den Akteuren muss ein mindest gleich großes Augenmerk gewidmet werden wie der rein informationstechnischen Seite. Ohne deren Akzeptanz und Mitwirkung kann kein funktionierendes Informationsmanagement aufgebaut werden. Dies heißt, auf typische marketing- und organisationsrelevante, informationstechnische und strukturelle Fragen und Probleme einzugehen. Dazu zählen die abgrenzbaren Zielstellungen für das Informationssystem/Informationsmanagement, die Definition der Anbietergruppen, die Definition der Nutzer- bzw. Zielgruppen und deren zielgenaues Erreichen, die eindeutige Zuordbarkeit zwischen Anbieter und Nachfrager, die Quantifizierung des Nutzens, des Mehrwertes, die Sicherung der Qualität und Zuverlässigkeit der angebotenen Informationen, die Daten- und Systemrechte, die Wahl der Informationsmedien und weiteres mehr.

Diese Überlegungen und Ergebnisse waren in dem zu entwickelnden Konzept für das Informationssystem Geiseltal zu berücksichtigen. Angesichts der zentralen Bedeutung für das Geiseltal wurde das Konzept beispielhaft auf touristische, kulturelle und fachwissenschaftliche Inhalte bezogen, um Gäste und Investoren diesbezüglich mit den gewünschten Informationen zu versorgen.

4 Ein Stufenkonzept als Lösungsweg

Informationsmanagement (vgl. u. a. Heinrich 2002; Kcmar 2003) nutzt Vorgehensmodelle der Steuerung des Entwicklungsprozesses mit dem Ziel, Anwendungssysteme so wirtschaftlich wie möglich zu erstellen. Durch eine Gruppierung der Tätigkeiten nach sachlogischen oder ergebnisorientierten Gesichtspunkten wird eine bessere Handhabbarkeit erreicht. Die Gruppierungen, auch als Phasen bezeichnet, dienen dazu, den gesamten Entwicklungsprozess mit definierten Zwischenergebnissen und präzisen Prüfpunkten (Meilensteinen) in plan- und kontrollierbare Einheiten zu zerlegen. In der öffentlichen Verwaltung gelten die „Besonderen Vertragsbedingungen für die Planung von DV-gestützten Verfahren“ (Stahlknecht und Hasenkamp 2002). Es wird empfohlen, Softwarelösungen nach dem V-Modell zu implementieren (Bröhl und Dröschel 1995). Der erste Abschnitt, die Verfahrensplanung, umfasst die Phasen Verfahrensidee, Ist-Analyse, Forderungen, Grobkonzept und fachliches Feinkonzept. Da erwartet wurde, dass die öffentlichen Einrichtungen wesentlich am regionalen Informationsmanagement zu beteiligen sind und das bekannte Vorgehensmodell die kooperative Arbeit erleichtert, wurde dem folgend der Aufbau des Informationssystems in vier aufeinander folgenden und aufeinander aufbauenden Stufen vorgeschlagen:

Stufe 1: Lokales Besucherinformationssystem
Neben der Erarbeitung der Konzeption selbst werden thematische Karten erstellt und über eine Oberfläche für Besucherterminals zugänglich gemacht. Beispielhaft realisiert wurden interaktive Karten durch sog. Fachschalen zu den Themengebieten „Landmarken und Aussichtpunkte“ und „Wege- und Besucherlenkung“.

Stufe 2: Dezentrales Informationssystem
Den Schwerpunkt bilden regionale Informationsdienste (Webservices), welche in die bestehenden Websites eingebunden werden. Dadurch sollen insbesondere dynamische Inhalte wie Termine leichter gepflegt und bereitgestellt werden können. Mit diesen Informationen können weitere dezentrale Infoterminals dynamisch gespeist werden. Parallel wird die raumbezogene Informationsbasis erweitert, es werden zielgruppenbezogene, thematische Karten erzeugt, z. B. Karten „Sportmöglichkeiten“ oder „Gewerbeflächen“.

Stufe 3: Personalisiertes Informationssystem
Die Webangebote werden personalisiert, d. h., die Angebote auf spezielle Nutzergruppen zugeschnitten, die Inhalte erscheinen aufbereitet je nach Nutzertyp. Die unterschiedlichen Nutzergruppen – im Geiseltal-Netz ca. 6.000 Haushalte, 10 Schulen, 300 Unternehmen, 11 Kommunalverwaltungen – werden über ein regionsinternes Netz miteinander und mit dem Internet verbunden. Als Optionen werden interaktive GIS-Anwendungen, elektronische Gästekarten und der Einsatz von Webcams vorbereitet.

Stufe 4: Mobiles Informationssystem
Es erfolgt die Bereitstellung örtlich gebundener Informationen und Dienste (sog. Location based Services) bezogen auf den jeweiligen Standort des Nutzers. Beispiele sind Städteführer mit Sehenswürdigkeiten, der Darstellung ihrer Historie und des Originalzustandes, Fahrpläne von Bus und Bahn inkl. Stadtkarte, Hinweise auf besondere Örtlichkeiten, wie z. B. Parks, Telefonzellen, Toiletten, Auswahl und Bestellung aus einer Speisekarte im Restaurant. Diese Informationen erhält der Nutzer neben den Infoterminals auch über sein eigenes mobiles Endgerät (z. B. seinen Personal Digital Assistant).

5 Stand der Realisierung und Ausblick

Dieses vierstufige Konzept wurde mehrfach öffentlich bzw. direkt bei den Akteuren präsentiert. Dadurch wurde der Bekanntheitsgrad der Konzeption in der Region erhöht und die regionalen Akteure wurden in die Diskussion mit einbezogen. In dem derzeit laufenden Folgeprojekt, vom Land Sachsen-Anhalt als Public-Private-Partnership-Projekt gefördert (Laufzeit November 2003 bis Dezember 2004), wird dieses Stufenkonzept nun schrittweise realisiert. Damit entsteht eine durchgängige Informations- und Kommunikationsinfrastruktur, eine Plattform digitaler, regionaler Informationen zu verschiedenen Themen mit Geobezug für die Region Geiseltal und Umgebung, die auch über Schnittstellen in andere Informationssysteme des Landes eingebunden werden können. Neue Formen der Wissens- und Informationsvermittlung für die verschiedensten Akteure werden etabliert und ausgebaut. Durch eine wissen-

schaftliche Begleituntersuchung, die Aufnahme des Arbeitspaketes „Diskurs“ in das laufende Vorhaben wird dem Informationsmanagement als Gestaltungsaufgabe auch weiterhin das angemessene Gewicht eingeräumt.

Literatur

Bröhl, A.-P., Dröschel, W., 1995: Das V-Modell: Der Stand für die Softwareentwicklung mit Praxisleitfaden. München: Oldenburg-Verl., 2. Aufl.

Heinrich, L., 2002: Informationsmanagement. München: Oldenburg-Verl., 7. Aufl.

Henn, A.; Patz, R.,. 2003: Qualität des Naturdargebotes in der Landnutzung. Soziale und ökonomische Bewertung als Instrument der Entscheidungsunterstützung. Technikfolgenabschätzung. Theorie und Praxis, Nr. 2, 12. Jg. Juni 2003, S. 104-110

Krcmar, H., 2003: Informationsmanagement. Berlin: Springer-Verl., 3. Aufl.

LMBV/Lausitzer- und Mitteldeutsche Bergbauverwaltungsgesellschaft, 2003: Flutung des Tagebaurestloches Mücheln. Bitterfeld: Eigenverlag

Luft, H., 2001: Organisation und Vermarktung von Tourismusorten und Tourismusregionen: Destination Management. Meßkirch: Gmeiner Verlag

Patz, R.; Weinkauf, R.; Weinkauf, A.; Rehwaldt, T., 2003: Das Geiseltal im Wandel. Inszenierungen und Diskurs des Wandels als identitätsfördernde Faktoren. Braunsbedra; Projektbericht

Stahlknecht, P.; Hasenkamp, U., 2002: Einführung in die Wirtschaftsinformatik. Berlin u.a.: Springer-Verlag, 10. Aufl.

Kontakt

Dr. Ronny Weinkauf
SCC Software GmbH
Fritz-Haber-Str. 9, 06217 Merseburg
Tel.: +49 (0) 34 61 / 25 99 510
Fax: +49 (0) 34 61 / 25 99 511
E-Mail: ronny.weinkauf@scc-web.de

Dr. Renate Patz
Fachhochschule Merseburg
Prorektorat für Forschung und Technologietransfer
Geusaer Str., 06217 Merseburg
Tel.: +49 (0) 34 61 / 46 29 07
Fax: +49 (0) 34 61 / 46 29 19
E-Mail: renate.patz@ltg.fh-merseburg.de

« »

REZENSIONEN

***N. Gottschalk-Mazouz, N. Mazouz (Hrsg.)*: Nachhaltigkeit und globaler Wandel. Integrative Forschung zwischen Normativität und Unsicherheit. Frankfurt am Main, New York: Campus, 2003, 344 S., ISBN 3-593-37300-9, Euro 34,90**

Rezension von Achim Daschkeit, Geographisches Institut der Universität Kiel

Die Autoren des Sammelbandes haben einen breiten Fokus: Mit den Schlagwörtern Nachhaltigkeit, Globaler Wandel, Normativität, Unsicherheit und integrative Forschung erschlägt man große Teile der wissenschaftlichen Debatten. Die hier versammelten Beiträge beruhen auf der Tagung „Unsicherheit und Normativität in der Forschung zum Globalen Wandel“, die am 21./22. Februar 2002 in Stuttgart stattfand. Es handelt sich um das interessante Unterfangen, den Bezug zwischen Nachhaltigkeitsdiskurs bzw. Nachhaltigkeitswissenschaft und Global Change-Forschung einerseits und wissenschaftstheoretischen bzw. philosophischen Aspekten andererseits herzustellen. Die Leitfrage, unter der ich die Vorstellung dieses Bandes behandeln möchte, lautet folglich: Haben sich die beiden genannten Bereiche *etwas zu sagen*, ergänzen sich diese Bereiche auf fruchtbare Weise miteinander? Ich komme am Ende des Beitrages auf diese Frage zurück. Ich möchte es der Leserschaft und mir dabei ersparen, inhaltlich in die o. g. Schlagwörter einzuführen; erstens ist das auf diesem knappen Raum kaum möglich, und zweitens gehe ich (hoffentlich zu Recht) davon aus, dass gerade den Lesern dieser Zeitschrift die Inhalte der genannten Begriffe in etwa präsent sind.

In der Einleitung der Herausgeber wird zunächst ein Überblick über die Beiträge gegeben. Dabei fällt bereits auf, dass nur teilweise der Anschluss an die allgemeine Inter-/Transdisziplinaritätsdiskussion gesucht wird. Dies zeigt sich u. a. an der Begrifflichkeit – gesprochen wird von horizontaler (wissenschaftliche Disziplinen) und vertikaler Integration (wissenschaftliche Forschung und sozio-politische Prozesse, S. 9; soweit nicht anders vermerkt, beziehen sich Seitenangaben auf den o. g. Band). Bekanntermaßen ist die Debatte hierüber zum Teil schon einige Jahrzehnte alt – auf diesen Umstand wird lediglich am Rande Bezug genommen. Darüber hinaus wird zum Teil nicht deutlich differenziert zwischen Global Change-*Forschung*, Nachhaltigkeits*forschung* und Nachhaltigkeit – obwohl die Zusammenhänge den Autoren präsent sind, wie man im weiteren Verlauf des Artikels unschwer erkennen kann. Auch aus meiner Sicht völlig richtig ist der Fokus auf die Aspekte Normativität und Unsicherheit – hier gibt es in der Tat nach wie vor viele offene Fragen – wie auch auf die notwendige Trennung normativer Aussagen einerseits und deskriptiv-analytischer Aussagen andererseits. Als Kernthesen werden formuliert, dass (a) integrative Forschung eine hohe deskriptive Unsicherheit beinhaltet, (b) Normativität bei integrativer Forschung *überhaupt* eine Rolle spielt und dass darüber hinaus (c) auch im Bereich des Normativen eine Unsicherheit besteht. Aus dieser Perspektive werden sinnvoller Weise einige begriffliche Grundlagen gelegt, z. B. die Definition von normativer Unsicherheit (S. 12) sowie verschiedene Arten von Normativität (S. 13), wie etwa: „*Explizite Normativität* findet sich in deutlichster Form in sich an die wissenschaftlich-prognostischen Überlegungen anschließenden, getrennt gehaltenen Bewertungen“ (S. 13, Herv. durch die Autoren). Die Herausgeber halten fest, dass normative sowie deskriptiv-analytische Aussagen im Bereich integrativer Forschung zumeist nicht deutlich getrennt werden, obwohl dies mehr als wünschenswert ist – kaum etwas belastet die Diskussion um Transdisziplinarität und integrative Forschung so sehr wie die unnötige Verquickung dieser Aussagetypen. Die Beiträge des Bandes werden sodann in verschiedene Kategorien sortiert: im Bereich Unsicherheit die Beiträge von N. Gottschalk-Mazouz, M.B.A. van Asselt et al., O. Renn und A. Klinke, C. Kempfert sowie R.S.J. Tol; für den Bereich Normativität stehen die Beiträge von K. Ott und von N. Mazouz, für den dritten Bereich Integrative Forschung die Beiträge von A. Grunwald, G. Petschel-Held, B. Blättel-Mink und H. Kastenholz sowie von Chr. Hubig.

Der erste Beitrag von N. Gottschalk-Mazouz beschäftigt sich mit wissenschaftstheoretischen Ausführungen zu Wissen, Ungewissheit, wissenschaftlichem und nicht-wissen-

schaftlichem Wissen, Unsicherheit und Abduktion. Insbesondere der letzte Aspekte ist im Zusammenhang von Nachhaltigkeit und Global Change-Forschung relativ neu und verspricht Interessantes. Es handelt sich bei der Abduktion (gegenüber Induktion und Deduktion) um den Rückschluss auf einen bestimmten Fall, wenn das Resultat und die Regel gegeben sind, wobei teilweise die Regel „lediglich“ vermutet wird (ein Schema auf S. 44 verdeutlicht dies). Dieser interessante wissenschaftstheoretische Beitrag bezüglich des Umgangs mit Unsicherheit rührt sicherlich an eines der Kernprobleme integrativer Forschung, wobei ich hier auf Einzelheiten nicht eingehen kann. Aber das Ziel dieser Herangehensweise bleibt wichtig: „Abduktionsanalyse zu treiben bedeutet, das explizit zu machen, was normalerweise einfach nur gemacht bzw. als unproblematisch unterstellt wird“ (S. 58). Spannend wird es, wo eine Anwendung der Abduktionsanalyse auf theoretische und praktische Diskurse (Tabelle 3 auf Seite 53) erfolgt. Es bleibt allerdings im Wesentlichen bei der wissenschaftstheoretischen Betrachtung. Es wäre sinnvoll und weiterführend, wenn dieses Schema anhand von Beispielen näher erläutert wäre, z. B. für das Thema Umweltbewertung.

Die folgenden Beiträge gehen grundsätzlich (van Asselt et al.) auf das Thema Normativität und Unsicherheit (Zusammenhang zwischen beiden, Befürworten einer pluralistischen Perspektive für Diskurse im Kontext von Integrated bzw. Pluralistic Assessment) ein bzw. betrachten spezifische Aspekte (Kemfert und Tol mit Blick auf ökonomische Aspekte im Rahmen von Integrated Assessment). Kemfert bspw. verweist auf die uncertainty explosion „in Integrated Assessment”-Modellen und diskutiert die Möglichkeiten der Berücksichtigung von Unsicherheit. Tol untersucht die Möglichkeiten und Grenzen der cost-benefit-analysis mit Hilfe des von ihm entwickelten FUND-Modells. Klinke/Renn stellen das durch das WBGU-Gutachten bekannte Schema der Risikoklassifikation vor und erläutern u. a. Grundlagen der Risikobewertung sowie deren Folgen für Risikodiskurse mit Fokus auf die „Integration gesellschaftlicher Wertvorstellungen und Präferenzen in den Abwägungsprozess“ (S. 109). Die erläuterten verschiedenen Phasen von Diskursen im Risikomanagement (zusammenfassend Abb. 3 auf S. 112) sind für die Ausgestaltung von Planungsprozessen sehr hilfreich – auch wenn natürlich viele der beschriebenen Aspekte anderweitig von den Autoren veröffentlicht und von daher (lange) bekannt sind.

Der Beitrag von Ott (Ethische Aspekte des Klimawandels) geht zurück auf frühere Arbeiten des Autors zu diesem Thema – umfassend dazu Schröder et al. (2002). So gut wie der Beitrag aus meiner Sicht verfasst und so anregend wie er auch ist – er weist m. E. relativ wenig Bezüge zum Thema des Bandes auf (dazu später mehr im Fazit). Im Wesentlichen geht es um Fragen der Klimapolitik in Verbindung mit ethischen Überlegungen – selbstverständlich ist damit auch das Thema Normativität gestreift, wenn es bspw. um die Frage geht, wie notwendige Wertentscheidungen in der Klimapolitik denn nun konkret getroffen werden müssen (z. B. S. 181). Lesenswert ist der Beitrag allemal, zumal ich es immer wieder erstaunlich finde, in welch kompakter Form der Stand der naturwissenschaftlichen Klima- und Klimafolgenforschung zusammengefasst wird (S. 173-181).

Im Beitrag von Mazouz werden „philosophische Fragen der Bestimmung, insbesondere von Normativität, zum Ausgangspunkt genommen, um einige der Dissense in den Debatten um Nachhaltigkeit und globalen Wandel zu analysieren“ (S. 203) – es geht um eine „dissensfokussierte Diskursrekonstruktion“ (S. 205). Man sollte tatsächlich dem Hinweis der Autorin folgen (S. 203) und die ersten allgemeinen Teile (Normativität der Unsicherheit und Unsicherheit der Normativität; Gerechtigkeit, Inklusionsproblem und zukünftige Generationen; Verteilungsgerechtigkeit …) überspringen, um gleich zu den Ausführungen zu Nachhaltigkeit und Globaler Wandel zu kommen. Es bleibt dann allerdings eine gewisse Ratlosigkeit: Warum muss ich die ersten, theoretisch konzipierten Teile nicht lesen? Kann ich dann die Ausführungen in Bezug auf die Diskursrekonstruktion überhaupt nachvollziehen? Sind die beiden Teile des Artikels nur „lose gekoppelt“? Letztlich bleiben einerseits abstrakte und gelegentlich nicht einfach zu verstehende Aussagen zu Nachhaltigkeit und Globalem Wandel (es wird jeweils unterteilt in „Begriffliches“ und „Konzeptionen“); und es bleibt oftmals beim Aufwerfen von Fragen bzw. der Diskussion grundsätzlicher Aspekte im Sinne einer philosophisch motivierten Diskursrekonstruktion. Andererseits sind scheinbar trivia-

le Feststellungen zu lesen wie etwa: „Wenn wir nicht wissen, worum es geht, können wir uns darüber nicht verständigen“ (S. 232). Über so etwas mag man im ersten Moment zumindest verwundert sein, gleichzeitig zeigt ein Blick auf beispielsweise die Umsetzung des Nachhaltigkeitsgedankens in konkreten räumlichen Planungen, dass gerade die grundsätzlichen und trivialen Fragen gelegentlich gar nicht so trivial sind wie sie scheinen. Aus meinem Arbeitsfeld – Küstenzonenmanagement – ist es jedenfalls geläufig, dass es immer wieder Phasen im Planungsprozess geben muss, in denen man über die durchgeführten Aktivitäten reflektieren muss (oder zumindest sollte). Es bleibt aber die für mich offene Frage, ob die Ausführungen von Mazouz eine mögliche Wirkung im Nachhaltigkeitsdiskurs haben könnten – ich bin ehrlich gesagt noch skeptisch. Dazu mag beitragen, dass die Ausführungen von Mazouz vom „Stil“ her teilweise recht schwer verdaulich sind. Ich persönlich interpretiere den Text als Motivation zur Reflexion im Sinne einer Diskursrekonstruktion – nicht mehr und nicht weniger.

Die Ausführungen von Grunwald zu den Bedingungen und den (Qualitäts-)Kriterien integrativer Forschung sind (demgegenüber) sehr klar und übersichtlich strukturiert und stellen die Ansichten des Autors dar, die u. a. im Kontext des Nachhaltigkeitsprojektes der Helmholtz Gemeinschaft (HGF) sowie in Bezug auf Fragen des Klimawandels (nochmals: Schröder et al. 2002) gewonnen wurden. Ich kann – und will – die Details hier nicht ausführen; aber es wird nachdrücklich deutlich, dass Relevanzentscheidungen in verschiedenartiger Hinsicht entscheidend für die Qualität integrativer Forschung sind. Man kann diesen Aufsatz all denen wärmstens empfehlen, die sich entweder mit der Absicht eines integrativ orientierten Forschungsprojektes beschäftigen oder aber die Qualität von integrativer Forschung beurteilen müssen – und das sind sowohl die Kollegen aus der Wissenschaft selbst (Gutachter) als auch die Akteure aus der Forschungspolitik.

Der Ansatz von Petscheld-Held („Nomothese und Idiographie in den Nachhaltigkeitswissenschaften“) zeigt die Schwierigkeit der Global Change-Forschung auf, zwischen verschiedenen Zugangsweisen (eben nomethetisch oder idiographisch) wählen zu müssen bzw. die Zugangsweisen zu kombinieren. Genau darin liegt der Charme des vorgestellten Ansatzes, der eine Weiterentwicklung des so genannten „Syndrom-Ansatzes“ des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) darstellt. Petschel-Held stellt dar, wie man aus der Analyse und der Formalisierung von Fallstudienergebnissen Aussagen in globaler Perspektive ableiten kann. Besonders hoch anzurechnen ist, dass er an keiner Stelle Defizite des Ansatzes verschweigt bzw. Verbesserungsmöglichkeiten diskutiert. Von daher ist der Ansatz aus meiner Perspektive originär interdisziplinär: nämlich als Verknüpfung einer bestimmten Problemlage mit einer Methode, die aus einem evtl. völlig entfernten (disziplinären) Kontext stammen kann.

Der Beitrag von Blättel-Mink und Kastenholz wählt einen ganz anderen Zugang zum Thema des Bandes: Welche Bedingungen für Nachhaltigkeit und Transdiszplinarität sind in außeruniversitären Forschungseinrichtungen Baden-Württembergs erkennbar? Grundlage für die Diskussion von Diffusionsbedingungen institutioneller Innovationen (als solche wird Transdisziplinarität verstanden) sind Befragungsergebnisse, die Aufschluss über die hemmende bzw. fördernde Wirkung von kulturellen, strukturellen und persönlichen Faktoren geben.

Der letzte Beitrag des Bandes von Hubig ist wieder stärker wissenschaftstheoretisch orientiert, es geht um „Interdisziplinarität und Abduktionenwirrwarr“. Es werden verschiedene Formen des Abduzierens differenziert und in Bezug gesetzt zu Nachhaltigkeit und Global Change-Forschung. Ich will ehrlich gestehen, dass meine wissenschaftstheoretische Bildung nicht weit genug reicht, um alle Detailformen des Abduzierens nachvollziehen oder gar kritisch diskutieren zu können – ich überlasse das Feld anderen … Ich finde es allerdings hervorhebenswert, dass Hubig immer wieder den Bezug zu den Themen Nachhaltigkeit und Global Change sucht; ich erwähne das deshalb, weil sich dieser Beitrag eigentlich sehr gut als „Synthesebeitrag“ zur Tagung bzw. zum Buch insgesamt geeignet hätte. Von daher wären entsprechende Hinweise in der Einleitung der Herausgeber hilfreich gewesen. Der Beitrag von Hubig hätte sich mit einem leicht verschobenen Fokus u. U. sogar als Einstiegsbeitrag empfohlen, um den Kontext des Bandes zu verdeutlichen. Ebenfalls sehr interessant sind die Ausführungen Hubigs zu „Wissen-

schaftsarchitekturen interdisziplinärer Forschung“. Es ist ein weiterer Versuch, die Begriffe Multi-, Inter- und Transdisziplinarität zu definieren und zu sortieren. Transdisziplinarität wird in dreierlei Hinsicht differenziert (S. 332f.): „Transdisziplinarität im Sinne einer Perspektivenerweiterung mit der Folge disziplinärer Grenzüberschreitungen. (…) Unter Transdisziplinarität kann ferner die Forderung nach einer transkulturellen Öffnung der Wissenschaften bzw. Wissenschaftsdisziplinen in externe Kontexte verstanden werden, wie sie von Verfechtern der so genannten Mode (2)-Wissenschaften unter der Idee einer ‚New Production of Knowledge’ verstanden wird. (…) Ein radikaleres Konzept [von Transdisziplinarität; A.D.] fordert eine Öffnung der Disziplinen für eine Berücksichtigung von Ungewissheit überhaupt, bzw. den bewussten Verzicht auf den Anspruch, Ungewissheit zu überwinden und in Unsicherheit zu überführen.“ Und weiter mit Interdisziplinarität: „*Interdisziplinarität im engeren Sinne* wäre dann gegeben, wenn auf einer gemeinsamen Basis unterschiedliche disziplinäre Ausprägungen eben nur als unterschiedlich erscheinen könnten und in entsprechenden Komplementaritäts- und Kompensationsbeziehungen zu verorten wären. Dies setzt voraus, dass die internen Problemstellungen der Disziplinen ihrerseits problematisierbar sind auf der Basis einer *gemeinsamen* externen Problemstellung als Herausforderung. Dieser Herausforderung hätte eine gemeinsam geteilte methodische Ordnung (bis hin zu einer gewissen Arbeitsteilung) zu entsprechen, die die Weiterführung des Konzepts ‚Wissenschaft’ als Kollektivsingular mit ihren unterschiedlichen disziplinären Ausprägungen in den Wissenschaften erlauben würde“ (S. 333 f., Herv. durch Hubig).

Einige Fragen drängen sich unmittelbar auf:

- Warum wird nicht versucht, an die breite Debatte um Inter- und Transdisziplinarität anzuschließen? Was also ist der Sinn dieser neuerlichen Klassifikation?
- Warum wird kein Blick auf die Praxis inter- und transdisziplinärer Forschung geworfen? Dann könnte man wissen, dass die angesprochenen Aspekte auch dort diskutiert werden und dass sich die *Umsetzung* des von Hubig Beschriebenen als schwierig erweist (siehe zum Beispiel jüngst Luley und Schramm 2003).
- Warum wird – man möchte fast sagen: mit Gewalt – derartig verklausuliert formuliert?
- Was ist mit einer „gemeinsam geteilten methodischen Ordnung“ gemeint? Gar der Weg zur Einheitswissenschaft? – Das mag man kaum vermuten.
- Welche Rolle spielt die Konstitution von Forschungsgegenständen im inter- und/oder transdisziplinären Zusammenhang vor dem hier skizzierten begrifflichen Hintergrund?

Die Fragen deuten an, dass ich Hubigs Ausführungen zwar wirklich anregend finde (als Zusammenfassung: Tabelle 4 auf Seite 335), aber der fehlende Anschluss an die existierende Debatte macht es nicht unbedingt leichter, diese Vorschläge weiter zu transportieren.

An den zuletzt genannten Punkt kann ich direkt mein Fazit anschließen:

Die Tagung, an der ich teilgenommen habe, war insgesamt interessant und spannend.

Die wissenschaftstheoretischen/philosophischen Überlegungen (Beiträge: Hubig, Mazouz, Gottschalk-Mazouz) lassen sich allerdings nur schwerlich und sehr punktuell in den anderen Beiträgen wiederfinden – das ist bedauerlich. Denn es wird ja immer wieder moniert, dass die Nachhaltigkeits- und Global Change-Forschung auch um ihre wissenschaftstheoretischen Grundlagen bemüht sein sollte. Der hier versuchte „Kontakt“ ist in meinen Augen nur teilweise zustande gekommen. Es kann (dies ist lediglich eine Vermutung) daran gelegen haben, dass die wissenschaftstheoretischen bzw. philosophischen Überlegungen „zu weit weg“ von der Praxis der integrativen Forschung sind. Ich habe das eben an dem Beitrag von Hubig schon zu verdeutlichen versucht, ich will ein weiteres Beispiel anführen: Im Beitrag von Mazouz wird u. a. auch auf die Problematik des Klimawandels Bezug genommen (z. B. S. 247). Es wird dort kurz die Frage nach der Natürlichkeit des Klimas aufgeworfen bzw. nach den menschlichen Einflussmöglichkeit darauf. Im Kontext dieser Debatte ist von Engels und Weingart (1997) der Ansatz einer „Anthropogenisierung des Klimawandels“ vorgeschlagen worden. Dieser Hinweis wäre für eine Diskussion des Themas Globaler Wandel bzw. die Art der Veränderungen sehr fruchtbar und bezieht sich eben auf die realen gesellschaftlichen Vorgänge – die

wissenschaftstheoretischen Analysen hätten hier in gewisser Weise „geerdet“ werden können. Ich weiß, ich weiß: Das ist nicht die Aufgabe einer wissenschaftstheoretischen bzw. philosophischen Herangehensweise, aber: Wenn hier mittel- und langfristig eine gegenseitige Bereicherung stattfinden soll, muss halt jeder sein Kämmerlein jedenfalls ein Stück weit verlassen.

Trotz dieser leichten Einschränkungen ist der Band insgesamt sehr empfehlenswert, weil hier in unterschiedlicher Form die zentralen Fragen nach Normativität und Unsicherheit bezüglich Nachhaltigkeit und Global Change-Forschung gestellt werden – das allein ist löblich und auch schon anspruchsvoll genug. Dass die „Antworten“ vielleicht nicht immer 100 %-ig zufriedenstellend sind, ist kein Argument dafür, den Diskussionsprozess abzubrechen – im Gegenteil. Das Buch kann allerdings (nur) für diejenigen eine Bereicherung darstellen, die sich schon etwas länger mit der Gesamtthematik beschäftigen – als Buch „für Einsteiger“ oder als einführender Überblick ist es nur bedingt geeignet. Als Motto für künftige Kooperationen sollte in meinen Augen bedacht werden: „Integrative Forschung kann nur gelingen, wo die Fähigkeit zur Reflexion auf die Grenzen der Methoden und Disziplinen, aber auch auf die praktizierten Arten von Multi-, Inter- oder Transdisziplinarität und deren Grenzen vorhanden ist“ – so die Herausgeber in der Einleitung (S. 20).

Zitierte Literatur

Engels, A.; Weingart, P., 1997: Die Politisierung des Klimas. Zur Entstehung von anthropogenem Klimawandel als politischem Handlungsfeld. In: Hiller, P.; Krücken, G. (Hrsg.): Risiko und Regulierung. Soziologische Beiträge zu Technikkontrolle und präventiver Umweltpolitik. Frankfurt am Main: Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft, S. 90-115

Luley, H.; Schramm, E., 2003: Optionen in der Nachhaltigkeitsforschung. Hinweise für die Konzeption und Durchführung von Kooperationsprojekten mit Praxispartnern. Frankfurt am Main (Institut für sozial-ökologische Forschung, Materialien Soziale Ökologie MSOE 22)

Schröder, M.; Claussen, M.; Grunwald, A.; Hense, A.; Klepper, G.; Lingner, S.; Ott, K.; Schmitt, D.; Sprinz, D., 2002: Klimavorhersage und Klimavorsorge. Berlin u. a. (Wissenschaftsethik und Technikfolgenbeurteilung, Band 16). Berlin: Springer

»

J. Kopfmüller (Hrsg.): Den globalen Wandel gestalten. Forschung und Politik für einen nachhaltigen globalen Wandel. Berlin: edition sigma, 2003 (Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland, Band 6), 358 S., ISBN 3-89404-576-0, Euro 24,90

Rezension von Achim Daschkeit, Geographisches Institut der Universität Kiel

Der vorliegende sechste Band der Reihe „Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland“, die im Kontext des so genannten HGF-Nachhaltigkeitsprojektes aufgelegt wurde, widmet sich wahrhaft großen Themenfeldern: Globaler Wandel bzw. Global Change sowie Nachhaltigkeit. Die Beiträge des Bandes gehen zurück auf die Tagung „Nachhaltige Entwicklung und Globaler Wandel. Bestandsaufnahme, Bewertungen und Handlungsbedarf“, die im Juni 2002 in Bad Honnef stattfand. Als generelle Ausgangsthese wird festgestellt, dass sich die Global Change-Forschung „bislang noch unzureichend am Nachhaltigkeitsleitbild orientiert“ – so Jürgen Kopfmüller in seiner Einleitung (S. 14).

Entlang dieses Grundtenors ist das Buch in fünf Teile gegliedert: Im ersten Teil finden wir einen Beitrag von Jill Jäger nebst eines einführenden Beitrages des Herausgebers, der zweite Teil widmet sich dem Themenkreis „Humankapital und Bildung“, der dritte dem Themenkreis „Wasser“ und der vierte dem Bereich Global Governance. Den Themenkreisen sind jeweils einleitende Beiträge vorangestellt – zu dieser editorischen Entscheidung kann man den Herausgeber nur beglückwünschen, weil in jeweils knapper Form ein Abriss der folgenden Beiträge gegeben wird und zudem weiterführende inhaltliche Ausführungen gemacht werden. Abgerundet wird der Band von zwei Beiträgen (A. Grunwald, D.S. Lutz) zum Thema „Umgang mit Konflikten“. Ich will im Folgenden keinesfalls alle Beiträge diskutieren, zumal ich in einigen hier angesprochenen Bereichen wahrlich „nicht zu Hause“ bin. Vielmehr möchte ich auf die Unterschiedlichkeit der Beiträge hinweisen und der Frage nachgehen, ob wir einem Verständnis von Gestaltungsmöglichkeiten und Gestaltungsabsichten in Bezug auf Global Change näher gekommen sind.

Im ersten Beitrag des Herausgebers wird auf knappem Raum die Nachhaltigkeitsdebatte mit Bezug zu Global Change-Themen zusammenfassend dargestellt. Gleichzeitig pointiert Kopfmüller dahingehend, dass er die Global Change-Forschung, die seiner Ansicht nach vorwiegend naturwissenschaftlich geprägt und auf das Thema Globale *Umwelt*veränderungen ausgerichtet ist, gerne erweitert sehen würde um nähere Analysen der gesellschaftsinternen Zustände und Prozesse. „Man könnte also die bisherige Global Change-Forschung, überspitzt formuliert, auch als auf gesellschaftliche Themen erweiterte Umweltforschung bezeichnen" (S. 42). Er möchte die vorherrschende Natur-Gesellschafts-Perspektive um eine Gesellschafts-Gesellschafts-Perspektive erweitern (S. 44). Kopfmüller führt als Argument ins Feld, dass erst eine intensive Beschäftigung mit Natur und mit Gesellschaft eine ernsthafte Integration ermöglichen würde. Ich würde ihm gerne zustimmen, weil in der Tat erst die genaue Kenntnis von Gesellschaft und von Natur zu einer „guten" Integration führen würde, aber ich hege die Befürchtung, dass dabei das Kind mit dem Bade ausgeschüttet würde. Nach meinem Eindruck war es in den vergangenen gut 10 Jahren mühsam genug, die ursprünglich rein naturwissenschaftlich ausgerichtete Global Change-Forschung überhaupt dazu zu bekommen, sich ernsthaft mit Natur-Gesellschaft-Interaktionen zu beschäftigen. Kommt man nun von gesellschaftswissenschaftlicher Seite mit dem Argument, der originäre Gegenstand müsse erst einmal detaillierter untersucht werden, kann ich mir als Gegenreaktion das gleiche auf Seiten der Naturwissenschaften vorstellen. Letztlich könnte so die „eigenständige" Betrachtung sozialer Phänomene zu einem Rückschlag für die integrierte Modellierung führen. Im Gegensatz hierzu argumentiert der zweite Beitrag in diesem ersten Teil stellenweise anders. J. Jäger stellt ganz klar auf die Forschung über die komplexen und dynamischen Interaktionen zwischen Natur und Gesellschaft ab „und nicht jeweils auf die sozialen oder ökologischen Aspekte dieser Interaktion" (S. 55). Ansonsten beschäftigt sich ihr Beitrag mit der Forderung nach einer modifizierten Ausrichtung wissenschaftlichen Arbeitens im Kontext der Nachhaltigkeits- bzw. der Global Change-Debatte und meint dies offensichtlich im Sinne der Diskussion um Möglichkeiten und Grenzen transdisziplinärer Ansätze im Bereich der Umweltforschung (im weitesten Sinne) – an diese Debatte knüpft sie nicht wirklich an, sonst wären sicherlich einige der „Fallstricke" erwähnt worden, die bei der Ausrichtung von Forschung auf ein normatives Leitbild hin drohen können. Dann hätte J. Jäger auch an die viel diskutierten Probleme bei der Qualitätsmessung transdisziplinärer Forschung eingehen können oder auf die Eigenlogik gesellschaftlicher Teilsysteme wie Wissenschaft und Politik, die vielleicht eine grundsätzliche Barriere für eine „Orientierung" von Forschung darstellt. Jäger verbleibt in ihrem Beitrag allerdings auf einer wissenschaftspolitischen, recht allgemeinen Ebene.

Der erste Beitrag des zweiten Teils (Themenkreis „Humankapital und Bildung", sehr schön eingeleitet von G. Banse) beschäftigt sich in – wie ich finde – sehr allgemeiner und oberflächlicher Art und Weise mit Trends in der Informationsgesellschaft und dabei mit dem Zugang zu Information, Wissen und Bildung (G. Dybowski, M. Härtel). Der zweite Beitrag von G. de Haan behandelt Bildung als Voraussetzung für eine nachhaltige Entwicklung und erläutert u. a. die in diesem Kontext zugrunde liegenden Kompetenzen (Gestaltungskompetenz, Planungs- und Umsetzungskompetenz, etc.; S. 95 ff.) und sucht dabei sehr instruktiv immer wieder die Verbindung zur aktuellen bildungspolitischen Diskussion – z. B. PISA. Letztlich propagiert er die Orientierung am Syndrom-Konzept des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU), um die Aspekte Nachhaltigkeit und Global Change in anschaulicher Form vermitteln zu können. Aus persönlicher Sicht (schulische Elternarbeit) kann ich die Arbeit mit dem Syndrom-Konzept z. B. im Erdkundeunterricht nur befürworten; den Vorschlag für eine Syndromgruppe Kommunikation kann ich allerdings nicht recht nachvollziehen, weil hier kategorial gänzlich andere Sachverhalte angesprochen werden als im derzeitigen Stand des Ansatzes (dazu: Petschel-Held 2003). Der dritte Beitrag dieses Blocks (M. Weber) analysiert Grundorientierungen einer Wissenschafts- und Forschungspolitik für nachhaltige Entwicklung. Interessant ist, dass die verschiedenen Wissenstypen (Erklärungs-, Orientierungs- und Handlungswissen) und ihr Verhältnis zueinander betrach-

tet werden; größtenteils verbleibt der Beitrag dann doch in bekannten Formeln der „Mode 2"-Forschung – und das in zumeist recht allgemeiner Form und ganz abgesehen von Widersprüchen innerhalb des Beitrages (S. 116 oben sowie vorletzter Absatz stehen im Widerspruch zu weiteren Ausführungen des Textes im Hinblick auf „Wertfreiheit" bzw. normativer Orientierung von Wissenschaft am Leitbild Nachhaltigkeit wenn empfohlen wird: „In diesem Bereich hat normative Wissenschaft und Forschung eine klare Aufgabe zu übernehmen, um mögliche Orientierungen bereitzustellen, die dann im Rahmen demokratischer Entscheidungsprozesse in das Handeln einfließen können." – Hier kommt ein normativer Bias zum Ausdruck, der im weiteren Verlauf des Textes genau anders herum gesehen wird.). Ich empfehle an dieser Stelle lieber einen Blick in den Text von Luley und Schramm (2003) zu werfen, in dem es um die Praxis der transdisziplinären Forschung geht – dort finden sich allemal eine Reihe gescheiter und vor allen Dingen konkreter Hinweise. Gegenstand einer Kontroverse immerhin könnte die Aussage sein, dass „Wissenschaft nicht mehr als autonomes, ausdifferenziertes System mit klar definierten Funktionen, sondern als eng in gesellschaftliche Problemlösungskontexte integrierte[r] Akteur" bezeichnet wird (S. 119). Gegner in dieser Kontroverse wäre u. a. Weingart, der ja bekanntermaßen genau anders herum argumentiert (Weingart 2001).

Der dritte Teil beleuchtet aus unterschiedlichen Perspektiven die Wasserproblematik, die unstrittig zu den wichtigen Global Change- und Nachhaltigkeitsthemen gehört – die Spannweite der Themen reicht dabei von der anthropogenen Beeinflussung lokaler und globaler Wasserkreisläufe bis hin zum integrierten Wassermanagement. Axel Klaphake zeigt in seinen Ausführungen sehr schön auf, dass man beim Thema Wasser fast immer gleichzeitig natur- und sozialwissenschaftliche Aspekte betrachten muss, um zu einer realistischen Gesamteinschätzung von Problemen und Lösungsmöglichkeiten zu kommen – z. B. auf S. 151 in Bezug auf Indikatoren für Vulnerabilität. Ganz nebenbei räumt er auch mit gerne gepflegten Vorurteilen auf, so bspw. mit dem, dass eine Wasserknappheit automatisch zu „erheblichen gesellschaftlichen Verwerfungen" führt (S. 152) – hierauf werden ja gerne Migrationsströme in den Norden als „drohendes Unheil" gegründet. Als eine Lösungsmöglichkeit diskutiert Klaphake ausführlich das so genannte Integrated Water Resource Management (IWRM) (S. 158ff.), mit dem sowohl in räumlicher Hinsicht (z. B. Flusseinzugsgebiete) als auch in sachlicher Hinsicht verschiedene Nutzungsansprüche miteinander verknüpft werden sollen. Aber ähnlich wie bei anderen integrierten Planungsansätzen steckt der Teufel im Detail bzw. in der konkreten Umsetzung: „Die programmatischen Erklärungen sagen jedoch nicht viel darüber aus, welcher Grad an Integration der Ziele und Maßnahmen der verschiedenen Sektoren und Nutzer angestrebt werden sollte, welche Rolle dabei z. B. verbindliche Umweltqualitätsziele spielen und welche strategischen und instrumentellen Mittel der Integration (z. B. rechtliche, institutionelle, ökonomische) gewählt werden sollten" (S. 161, ferner: S. 168f.). Der nachfolgende Beitrag von E. Ehlers hat einen anderen Fokus, indem einige Facetten des so genannten GLOWA-Programms (Globaler Wasserkreislauf; durch BMBF gefördert) vorgestellt werden; gemeinhin gelten die dort versammelten integrierten Projekte als „Vorreiter" in Sachen integrativer Forschung. Eine wiederum andere Perspektive eröffnen die Ausführungen von Eylers, der die Wasserthematik aus Sicht der bundesdeutschen Entwicklungszusammenarbeit betrachtet und dabei u. a. auch auf das IWRM (S. 190) bzw. watershed management (S. 202) zu sprechen kommt. Was mich insbesondere beeindruckt hat ist der Umstand, dass auch aus Sicht der praktischen Politik in relativ freimütiger Weise Fehler der Vergangenheit eingestanden wurden und dass die Rolle der Frauen als Organisatorinnen und Verantwortliche für alltägliches Wassermanagement in so genannten Entwicklungsländern hoch geschätzt wird. Der interessanteste Beitrag zu diesem Themenkreis Wasser kommt meiner Meinung nach aber von Thomas Kluge, der aus sozial-ökologischer Sicht den (nicht-)nachhaltigen Umgang mit Wasserressourcen in Deutschland analysiert. Dabei will ich an dieser Stelle gar nicht auf Einzelheiten seines Beitrages eingehen, sondern vielmehr anmerken, dass er in gewissem Gegensatz zur These des Herausgebers (siehe oben) steht; der These nämlich, wir sollten die Gesellschaft-Gesellschaft-Perspektive etwas mehr in den Vordergrund rücken. Kluge argumentiert insbesondere in Kapitel 1 und 2

genau anders herum, indem er zum Beispiel Aspekte hydrologischer Daten wie Abfluss- und Bilanzparameter und deren Behandlung in entsprechenden hydrologischen und wasserwirtschaftlichen Modellierungen diskutiert (S. 209). So müsste bspw. bei der Betrachtung von Grundwasserkörpern auf die verschiedenen zeitlichen scales geachtet werden oder auf die Tatsache, dass in der Modellierung überwiegend noch Gleichgewichtsmodelle eingesetzt würden obwohl hier Rückkopplungen und Nichtlinearitäten mit anderen Methoden bearbeiten werden müssten. Darüber hinaus müssten in zentraler Weise die Mensch-Umwelt-Interaktionen modelliert werden, um genau den Zusammenhang von ökologischen Größen (im weiteren Sinne) und gesellschaftlichen Prozessen erfassen zu können – und dies stellt eine andere Herangehensweise dar als die vom Herausgeber favorisierte. Ich will nicht verschweigen, dass ich der Klugeschen Perspektive ein wenig näher stehe – auch wenn sie schwieriger umzusetzen ist. Am Rande: Die Denkschrift der DFG-Senatskommission für Wasserforschung aus dem Jahr 2003 bringt eine noch andere Position zum Ausdruck: Der Anspruch der Denkschrift generell sowie die Untergliederung in bestimmte Leitthemen, die wiederum in sich einen integrativ orientierten Anspruch vertreten, ist *sehr hoch gehängt* – liest man ein wenig genauer, so zeigt sich, dass direkt im Anschluss an die Beschwörung integrativer Forschung die disziplinäre Forschung klar dominiert. Am Leitthema „Wasser im Küstenraum“ lässt sich das sehr schön zeigen – vom Einbezug sozialwissenschaftlichen Wissens in die bis dato naturwissenschaftlich dominierte Küstenforschung ist dort die Rede, von Problemorientierung, von Integriertem Küstenzonenmanagement, von Politikrelevanz, usw. usf. Letztlich aber wird der Inhalt auf küsteningenieurwissenschaftliche Fragestellungen eng geführt – für die angemessene Problemanalyse und die Ableitung von Lösungsvorschlägen ist das allerdings bei weitem nicht hinreichend (vgl. insgesamt DFG 2003).

Zum Themenkreis IV (Global Governance) will – und vor allen Dingen: kann – ich nicht allzu viel beisteuern, weil ich die Diskussion hierzu nur sehr in Ansätzen kenne. Deswegen nur ein paar kursorische Anmerkungen:

- Auch wenn das Thema *Global* Governance ist, habe ich doch ein paar Ausführungen zum Spannungsverhältnis zwischen globaler Ebene einerseits und regionaler bzw. lokaler Ebene andererseits vermisst. Vielleicht ist es auch eher ein Ergänzungsverhältnis als ein Spannungsverhältnis – unbestritten ist wohl, dass die subglobale Ebene nach wie vor eine große Rolle gerade bei alltäglichen Entscheidungen spielt, so dass hierzu Anmerkungen hilfreich gewesen wären.
- Genauso wie Nachhaltigkeit ist Global Governance ein Konzept, das mit einem gewissen (wenn nicht hohem) normativen Bias belegt ist (so Fischer in seiner Einführung auf S. 239).
- Gerade in der Einführung wird mehr noch als in den nachfolgenden Beiträgen auf die essenzielle Rolle des Machtfaktors auch beim Thema Governance hingewiesen.
- Im Beitrag von Messner (S. 253) wird dankenswerter Weise darauf verwiesen, dass die Governance-Diskussion auch auf Ansätzen der „klassischen“ Sozialwissenschaften aufbaut: „Netzwerksteuerung, horizontale Selbstkoordination, polyzentrische Verhandlungssysteme, Mehrebenenpolitik lauten die Konzepte aus der Steuerungstheorie“, auf die hier rekurriert wird. Mich freut dieser Hinweis sehr, hatte man doch mitunter das Gefühl, dass in Teilen der Governance-Diskussion der Eindruck vorherrschte, man hätte hier etwas originär ganz neu entdeckt und in progressiver Weise für die transdisziplinäre Forschung aufbereitet – weit gefehlt: man hätte nur etwas konsequenter auf die klassische (auch: disziplinäre) Forschung blicken sollen, dann hätte man vieles wissen können …
- Dem Beitrag von Joachim Spangenberg verdanken wir den schlichten, aber sehr hilfreichen Hinweis darauf, dass die Umsetzung von Nachhaltigkeit ein Multikriterienproblem ist – klar, haben wir gewusst, aber: vielleicht kann man sich methodisch für z. B. Flussgebietsmanagement oder IWRM doch noch einiges bei den Planungswissenschaften abgucken, wie dort mit dem „alten“ Problem der multikriteriellen Bewertung umgegangen wird.

Unabhängig von den genannten Themenkreisen geht A. Grunwald in seinen Ausführungen zu Nachhaltigkeitskonflikten darauf ein, dass durch

den Nachhaltigkeitsansatz einerseits zwar Konflikte vermieden oder reduziert werden sollen, andererseits aber gleichzeitig auch durch den Nachhaltigkeitsgedanken Konflikte erst entstehen können. Sehr systematisch geht er einigen (nicht allen) Leerstellen des Nachhaltigkeitsdiskurses nach und beschreibt so bspw., dass durch die Abwägung der gleichzeitig zu berücksichtigenden Nachhaltigkeitsdimensionen Ökologie, Ökonomie und Soziales Abwägungskonflikte entstehen können. Grunwald kommt zu dem Schluss, dass „Konflikte über Nachhaltigkeit (…) *der Befassung mit Nachhaltigkeit inhärent sind*". (S. 328, Herv. durch Grunwald). Hierdurch und durch weitere Argumente gewinnt Grunwald in meinen Augen eine realistischere Perspektive auf Nachhaltigkeit. Zur Bewältigung von Konflikten im Nachhaltigkeitsdiskurs schlägt er zwei grundsätzliche Möglichkeiten vor: die naturalistische und die kulturalistische Konfliktbewältigung (S. 330ff.). Aus der Diskussion der hiermit verbundenen Prämissen und Folgen schlussfolgert Grunwald die – bekannte – Auffassung, dass „Nachhaltigkeit nur als ein *kulturalistisches* Projekt der Moderne verstanden werden kann" (S. 335, Herv. durch Grunwald). Einen gänzlich anderen Zugang zum Thema „Nachhaltigkeit und Konflikte" wählt der nachfolgende Beitrag von D. Lutz, wenn er die zweifelsohne wichtige Rolle der Friedensforschung im Nachhaltigkeitsdiskurs anspricht. Auch wenn die Ausführungen von Lutz mitunter recht allgemein gehalten sind, erinnern sie doch daran, dass die Friedensforschung bereits seit langem Aspekte des globalen Nachhaltigkeitsdiskurses behandelt – insbesondere natürlich im Hinblick auf das spannungsreiche Nord-Süd-Verhältnis.

Als Fazit möchte ich folgende Punkte hervorheben:

- Wie alle vorherigen Bände aus der o. g. Reihe ist auch dieser Band insgesamt sehr zur Lektüre zu empfehlen – und zwar für beide „Lager": diejenigen, die sich in erster Linie mit Nachhaltigkeit auseinandersetzen und diejenigen, die Global Change-Forschung i. e. S. betreiben.
- Der Fokus des Bandes liegt sicherlich darauf, die sozialwissenschaftliche Perspektive insgesamt ein wenig mehr zu stärken, nicht zuletzt, um die (vermeintliche oder tatsächliche?) Dominanz der Naturwissenschaften gerade im Bereich Globaler Wandel in wenig zurechtzurücken. Die Argumentation insbesondere des Herausgebers ist dabei klar und eindeutig und in weiten Teilen auch nachvollziehbar und zustimmungsfähig; ich habe aber zu zeigen versucht, dass gerade die Zugänge, die gleichermaßen natur- wie sozialwissenschaftliche Wissensbestände zu verbinden imstande sind, eine in meinen Augen realistischere Problemsicht aufzeigen – abgesehen davon, dass sie auch die interessanteren Forschungsperspektiven eröffnen.
- Das Buch hätte aus meiner Sicht noch ein wenig gewinnen können, wenn die etwas „radikaleren" Ansätze im Kontext Nachhaltigkeit/Globaler Wandel/sustainability science angesprochen worden wären, bspw. die Ansätze im Kontext Erdsystemmanagement oder Geokybernetik. Ich will keineswegs andeuten, dass dies womöglich die „besseren" Steuerungsansätze sind – aber durch ihre Radikalität eröffnen sie mitunter neue Zugänge zur Thematik.
- Insgesamt also eröffnet der Band somit ein interessantes Spektrum an Perspektiven auf die Thematik Nachhaltigkeit und Globaler Wandel und ist damit unbedingt zum Lesen empfehlenswert – allerdings sind nicht alle Beiträge von gleicher Qualität.

Zitierte Literatur

DFG/Deutsche Forschungsgemeinschaft, 2003: Wasserforschung im Spannungsfeld zwischen Gegenwartsbewältigung und Zukunftssicherung. Denkschrift der Senatskommission für Wasserforschung. Weinheim: Wiley-VCH

Luley, H.; Schramm, E., 2003: Optionen in der Nachhaltigkeitsforschung. Hinweise für die Konzeption und Durchführung von Kooperationsprojekten mit Praxispartnern. Frankfurt am Main (Institut für sozial-ökologische Forschung, Materialien Soziale Ökologie MSOE 22)

Petschel-Held, G., 2003: Nomothese und Idiographie in den Nachhaltigkeitswissenschaften. In: Gottschalk-Mazouz, N.; Mazouz, N. (Hrsg.): Nachhaltigkeit und globaler Wandel. Integrative Forschung zwischen Normativität und Unsicherheit. Frankfurt am Main, New York: Campus, S. 277-297

Weingart, P., 2001: Die Stunde der Wahrheit? Zum Verhältnis der Wissenschaft zu Politik, Wirtschaft und Medien. Weilerswist: Velbrück

«

Klimawandel – eine Frage der nationalen Sicherheit?

***R. McLeman, B. Smit*, 2003: Climate Change, Migration and Security. Commentary No. 86, a Canadian Security Intelligence Service publication[1]**

***P. Schwartz, D. Randall*, 2003: An Abrupt Climate Change Scenario and Its Implications for United States National Security. A report commissioned by the U.S. Defense Department[2]**

Anmerkungen zu einer Pentagon-Studie über die Implikationen abrupter Klimaänderungen für die Sicherheit der USA und einer Studie des Kanadischen Security Intelligence Service über Klimawandel, Migration und nationale Sicherheit

von Gerhard Sardemann, ITAS

Vor drei Jahren, im Juli 2001, während in Bonn die 6. Vertragsstaatenkonferenz zur Klimarahmenkonvention nach einem erfolglosen ersten Anlauf in Den Haag fortgesetzt wurde, erkundigten sich Vertreter des Inselstaates Tuvalu bei den Regierungen Australiens und Neuseelands, ob sie bereit wären, die 11.000 Bewohner Tuvalus aufzunehmen, wenn ihre Inseln wegen des steigenden Meeresspiegels unbewohnbar geworden sein würden. Inzwischen hat sich Neuseeland bereit erklärt, jährlich 75 Bewohner des kleinen pazifischen Inselstaates aufzunehmen.

Was aber wird uns erwarten, wenn dichtbevölkerte Küstenregionen von immer mehr Sturmfluten und Überschwemmungen heimgesucht werden, wenn aufgrund von Dürren die Nahrungsmittelversorgung in weiten Gebieten zusammenbricht, wenn es in anderen Regionen empfindlich kalt wird, weil sich die Zirkulation von Ozean und Atmosphäre verändert? Wird es zu den schon 1990 im Bericht der Enquete-Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“ als die „bedrohlichsten Folgen einer Klimaänderung“ (Enquete-Kommission 1991, S. 334) genannten Wanderungsbewegungen von Umweltflüchtlingen kommen? Diese Fragen stehen im Mittelpunkt zweier Studien, eine davon erstellt von Zukunftsforschern im Auftrag des US-Militärs, die andere verfasst vom kanadischen Security Intelligence Service.

Während die Pentagon-Studie die Problemlage durch Annahme eines Szenarios mit abruptem Klimawandel noch extrem zuspitzt und die Gefahr von mit Massenvernichtungswaffen ausgetragenen Verteilungskonflikten heraufbeschwört, belässt es die kanadische Studie dabei, die Folgen eines anthropogenen Klimawandels abzuschätzen, so wie er vom Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) in seinem letzten Assessment Report für möglich gehalten wird.

Der Aufsatz „Climate Change, Migration and Security“ von Robert McLeman und Barry Smit ist der 86. einer Reihe von Kommentaren des Canadian Security Intelligence Service, in denen seit 1990 langfristige Probleme der kanadischen Sicherheit von internen Spezialisten und von Wissenschaftlern behandelt werden. Zu den Themen gehören Terrorismus, Proliferation von Waffen, Länderanalysen, aber auch Umwelt und Klima. McLeman und Smit nehmen sich des Themas in unaufgeregter Weise an, wobei sie ihre Argumente durch drei Beispiele veranschaulichen: die „Dust Bowl“-Episode in den 30er Jahren in den USA, Wanderungsbewegungen aus den Dürregebieten im östlichen Afrika (Sahel) und die Folgen von Hurrikan „Mitch“, der im Oktober 1998 große Schäden in Honduras und Nicaragua anrichtete.

Selten sind Klimaanomalien allein das auslösende Moment von Wanderungsbewegungen, hinzu kommen schon vorhandene Probleme wie Armut, soziale Konflikte und strukturelle Probleme, die eine Anpassung an sich verändernde Umweltbedingungen verhindern. Andererseits kann die Anpassungsfähigkeit durchaus auch verbessert werden. Nach der katastrophalen Dust Bowl-Episode in den 30er Jahren (Hintergrund übrigens für John Steinbecks Roman „Grapes of Wrath“) kam es zu einer Abwanderung großer Teile der Bevölkerung. Strukturelle Änderungen in der Landwirtschaft, die Schaffung der Möglichkeit zur Bewässerung mit Grundwasser und die Versicherung größerer Risiken haben die Auswirkungen der regelmäßig in den großen Ebenen der USA auftretenden Dürren deutlich verringert. Allerdings waren für derartige Verbesserungen Anstrengungen nötig, für die vor allem die ärmeren Länder, die von einem Klimawandel besonders hart getroffen würden, nicht die nötigen Mittel haben. Aber auch in den USA der 30er Jahre gab es Men-

schen, die es sich leisten konnten, das Katastrophengebiet zu verlassen, weil sie das Geld hatten, sich anderswo eine neue Existenz aufzubauen oder bei Familienangehörigen in weniger betroffenen Gebieten unterkommen konnten, während andere, aufgrund ihrer begrenzten Mittel meist viel härter von der Dürre Betroffene, dazu keine Möglichkeit hatten.

Gerade das Bestreben, bei Freunden und Verwandten in vermeintlich „sicheren" Regionen Unterschlupf zu suchen, lässt die Autoren der Studie auf diejenigen Länder blicken, aus denen schon jetzt die meisten Einwanderer Kanadas kommen: China und Pakistan. Anhand eines Beispiels aus China zeigen die Autoren, dass auch eine Verbesserung des Klimas zu einer Verschärfung bestehender gesellschaftlicher Konflikte führen kann: wenn beispielsweise in einem Gebiet die von den bisherigen Bewohnern schon beargwöhnte Zuwanderung anderer Volksgruppen durch eine Erhöhung der Attraktivität wegen besserer Ernten noch verstärkt wird.

Bei entsprechender Infrastruktur könnten auch in Pakistan die von Klimamodellen vorhergesagten zusätzlichen Niederschläge in der Regenzeit zur Bewässerung des Ackerlandes in der Trockenzeit verwendet werden, was zu einer Erhöhung der Erträge der Bauern führen würde. Es ist aber anzunehmen, dass es durch zusätzliche Überschwemmungen und nachfolgende Dürren zu einer weiteren Degradation der Böden und somit zunehmender Landflucht der Bevölkerung kommt. Dies und das hohe Bevölkerungswachstum dürfte die Unruhe in den Städten weiter verschärfen. Auf die Rolle Pakistans für die internationale Sicherheit und im Kampf gegen den Terrorismus wird in dem Aufsatz von McLeman und Smit kurz hingewiesen.

Die Einbeziehung zusätzlicher Risiken durch den Klimawandel in Analysen der nationalen und internationalen Sicherheit sollte aus Sicht der Autoren recht einfach durchzuführen sein, indem man für Regionen, in denen man es sowieso schon mit anderen Risiken zu tun hat und mit einer geringen Anpassungsfähigkeit gegenüber klimabedingten Änderungen rechnen muss, mit Hilfe regionaler Klimamodelle diese Änderungen abzuschätzen versucht. Ein genaueres Bild darüber, wie sich diese Änderungen auswirken, erhält man, indem man untersucht, inwieweit dadurch Ereignisse wie beim Dust-bowl-Phänomen, zyklische Wanderungsbewegungen wie im Sahel oder eine Massenflucht wie nach dem Hurrikan Mitch wahrscheinlich werden. Ein einfaches, aber sicherlich für die Belange von Sicherheitsbehörden ausreichendes Verfahren.

In eine ganz andere Richtung zielt die Studie von Peter Schwartz und Doug Randall für das Pentagon „An Abrupt Climate Change Scenario and Its Implications for United States National Security". Sie steht unter dem Schlagwort „Imaging the Unthinkable" und versucht die möglichen Auswirkungen plötzlicher Klimaänderungen auf die nationale Sicherheit der USA abzuschätzen. Dabei geht es nicht darum, die zukünftige Klimaentwicklung genau vorherzusagen, sondern die Intention der Studie geht dahin, „to dramatize the impact climate change could have on society if we are unprepared for it" (S. 7). Dass dies mit Hilfe eines extremen Szenarios getan wird, begründen die Autoren damit, dass „history tells us that sometimes the extreme cases do occur, there is evidence that it might be and it is DOD's[3] job to consider such scenarios" (S. 7).

Plötzliche Klimaänderungen kommen in der Regel „überraschend"; auch in den Berichten des IPCC findet sich der Hinweis auf mögliche Überraschungen, die die Aussagen über Auswirkungen der anthropogenen Treibhausgasemissionen auf das Klima ad absurdum führen könnten. „Inevitable Surprises" ist der Titel eines Buches von Peter Schwartz (Schwartz 2003), aber auch Untertitel einer Studie der US National Academy of Sciences (NAS) über plötzliche Klimaschwankungen, die im Jahr 2002 erschien und dasselbe Thema behandelte wie die Pentagon-Studie (NAS 2002). Der Begriff „unausweichliche Überraschungen" impliziert, dass diese Überraschungen durchaus schon voraussehbar waren, man aber trotzdem recht machtlos auf sie zusteuert und die vorausgeahnte Überraschung letztendlich doch als überraschendes Ereignis empfunden wird. Sicher sind auch die Ereignisse des 11. September 2001 in diese Kategorie Überraschungen einzuordnen. Voraussehbar war dieses Ereignis vielleicht sogar im Einzelnen aufgrund von Geheimdienstbeobachtungen; dass irgendetwas passieren könnte, was dem Unbehagen im Gefühl verbreiteter Machtlosigkeit gegenüber der Großmacht USA ein Ventil geben könnte, lag

ebenfalls „in der Luft“ und manifestierte sich in den Anschlägen auf das World Trade Center und das Pentagon. Dass wir es mit einer neuen Sensibilität gegenüber solchen „unliebsamen“ Überraschungen zu tun haben könnten, zeigt auch folgende Einschätzung der Auswirkungen plötzlicher, überraschender Klimaänderungen, die sich in einer Rezension der NAS-Studie über abrupten Klimawandel fand: „Very important, perhaps more so in the long run than human terrorism, which has elicited a robust response.“

Das von Schwartz und Randall entwickelte Szenario basiert auf einem Ereignis in der Klimageschichte vor etwa 8.200 Jahren, über das in der NAS-Studie folgender Satz zu lesen war: „The event punctuated generally warm conditions not too different from recently, so warmth is not a guarantee of climate stability.“ (NAS 2002, S. 29). Man nimmt an, dass es nach einem Anstieg der Temperaturen und abschmelzenden Gletschern zu einer erhöhten Süßwasserzufuhr im Nordatlantik und einer nachfolgenden Abschwächung der thermohalinen Zirkulation im Ozean kam. Schon 1985 hatte das Wallace Broecker zur Erklärung der rapiden Abkühlung nördlicher Breiten während des Jüngeren Dryas vor 12.000 Jahren vorgeschlagen. Überhaupt scheint die sich doch recht schnell in der Vorstellung vieler Menschen einnistende, weil einfache und vor allem bildhafte, Theorie vom abgeschalteten „ozeanischen Förderband“ (conveyor belt) zyklisch immer wieder in den Vordergrund geschwemmt zu werden. In ihrer ursprünglichen Fassung ließ sich die Theorie allerdings nicht halten und man witzelte, dass Broecker schon bald eine noch elegantere Hypothese – „an even more elegant hypothesis“ – vorstellen würde, was er 1990 auch tat (Jones 1991). Kurz darauf war über den Golfstrom in „bild der wissenschaft“ zu lesen: „Diese Jahrtausende alte Warmwasserheizung droht nun binnen weniger Jahrzehnte zusammenzubrechen“ (Weiner 1991). Aber auch Schwartz glaubt nun, wie er auch in einer Präsentation seines Buchs „Inevitable Surprises“ (Schwartz 2003) schreibt, mit der beobachteten Abnahme des Salzgehaltes im Nordatlantik tatsächlich ein erstes Indiz dafür gefunden zu haben, dass uns schon bald eine derartige Überraschung erwarten könnte.

Das Ereignis vor 8.200 Jahren führte ebenfalls zu einer Abkühlung in den nördlichen Breiten, allerdings nicht in der Intensität wie während des Jüngeren Dryas. Wie sich heute ein abrupter Klimawandel wie der vor 8.200 Jahren auf das regionale Klima auswirken könnte, zeigt der „Wetterbericht“ in der Studie von Schwartz und Randall (S. 10):

- lang anhaltende Dürren in landwirtschaftlich wichtigen Gebieten Europas und im Osten Nordamerikas,
- Absinken der mittleren Temperaturen um 2,8°C über Asien und Nordamerika und bis zu 3,3°C über Europa,
- Temperaturanstieg um bis zu 2,2°C über Australien, Südamerika und Südafrika,
- Intensivierung der Winterstürme.

Gegen die Annahme, dass sich Ereignisse wiederholen können, die in der jüngeren Klimageschichte schon mehrfach, allerdings in unterschiedlicher Ausprägung, vorkamen, ist sicherlich nichts einzuwenden. Dass wir gerade jetzt auf ein solches Ereignis zusteuern sollen, ist aber wohl eher der Absicht der Autoren geschuldet, ein wirkungsvolles Szenario zu konstruieren. Was das Verhalten der Menschen angeht, die einer derart katastrophalen Änderung des Weltklimas gegenüber stehen, so wird auch hier der Rückfall in archaische Verhaltensmuster als gegeben angenommen. Hungern oder ums Brot kämpfen („to raid“) wird als einzige Alternative vorgegeben und der Mensch wird sich dann wohl fürs Kämpfen entscheiden, was natürlich die Studie erst für das Pentagon interessant macht. Man fragt sich unwillkürlich, welche Bezeichnung man sich für Staaten einfallen lassen wird, die aufgrund der in der Studie beschriebenen widrigen Umstände ums nackte Überleben kämpfen werden – insbesondere, wenn die anderen Staaten „die Schotten dicht machen“. Vielleicht bleibt man beim bislang üblichen Begriff „Schurkenstaaten“.

Dass man nun die Möglichkeit eines plötzlichen Klimawandels und seine katastrophalen Folgen derart in den Vordergrund stellt wie es in den USA gerade geschieht, lenkt natürlich von den Auswirkungen menschengemachter Klimaänderungen ab, stellt diese förmlich in den Schatten – auch wenn eine anthropogene Klimaerwärmung durchaus der Auslöser für einen solchen abrupten Wandel darstellen kann. Was aber sollen Vereinbarungen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen wie das Kiotoprotokoll, wenn wir uns für Katastro-

phen rüsten müssen, die durch abrupte Klimaänderungen hervorgerufen werden? Man sieht förmlich die Schlote rauchen in Vorbereitung auf dieses Ereignis.

Abgesehen von derartigen Einwänden ist die Beschäftigung mit der Möglichkeit abrupten Klimawandels durchaus sinnvoll und angebracht. Die Studie von Schwartz und Randall liest sich zudem recht spannend, auch wenn sie teilweise stark an das Drehbuch zu einem Katastrophenfilm erinnert. Das mag den SWR in einer Ankündigung für eine Diskussionssendung über Roland Emmerichs Film „The Day after Tomorrow" dazu verleitet haben, die Studie als Vorlage für diesen Film zu bezeichnen. Denjenigen, die sich etwas fundierter mit dem Thema „Abrupter Klimawandel und seine ökologischen und ökonomischen Folgen" auseinandersetzen wollen, sei zusätzlich die NAS-Studie anempfohlen, die allerdings mit 244 Seiten anstatt der 22 an die Öffentlichkeit gelangten Seiten der Pentagon-Studie daherkommt. Nach dem Aufsehen, das die Pentagonstudie und vor allem der Film „The Day after Tomorrow" auch in Zeitschriften wie „Science" und „Nature" erregten, erschien jedoch im Mai 2004 eine vierseitige Kurzfassung der NAS-Studie.

Anmerkungen

1) http://www.csis-scrs.gc.ca/eng/comment/com86_e.html
2) http://www.ems.org/climate/pentagon_climatechange.pdf
3) U.S. Department of Defense

Literatur

Enquete-Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" (Hrsg.), 1991: Schutz der Erde. Teilband 1. Bonn, Karlsruhe: Economica Verlag, C.F. Müller

Jones, G.A., 1991: A stop-start ocean conveyer. In: Nature, 349, S. 364-365

NAS/National Academy of Sciences, 2002: Abrupt Climate Change: Inevitable Surprises. A study of the Committee on Abrupt Climate Change. National Research Council, Washington, D.C.: National Academy Press; http://www.nap.edu/catalog/10136.html; Kurzfassung, 2004: http://www.nap.edu/html/climatechange-brief/abruptclimatechange-brief.pdf

Schwartz, P., 2003: Inevitable Surprises: Thinking Ahead in a Time of Turbulence. Gotham, New York; http://www.gbn.org/ArticleDisplayServlet.srv?aid=14200

Weiner, M., 2001: Wenn der Golfstrom stockt. bild der wissenschaft 1, S. 16-20

«

N.C. KARAFYLLIS (Hrsg.): Biofakte. Versuch über den Menschen zwischen Artefakt und Lebewesen. Paderborn: mentis Verlag, 2003, 295 S., ISBN 3-89785-384-1, Euro 32,00

Rezension von Gerhard Banse, ITAS

Hintergrund bzw. Ausgangspunkt des vorliegenden Buches ist die philosophische Anthropologie („Versuch über den Menschen"), die gegenwärtig verstärkt den Menschen als „Hybrid" (Latour) zwischen Natur- und techniknutzendes Wesen thematisiert. Techniknutzung erweist sich dabei nicht nur als dem Mensch „äußerlich", sondern erfasst ihn auch „innerlich", und zwar nicht nur in der bekannten Weise, dass seine „Wesenskräfte" (Wissen, Erfahrungen, Fähigkeiten, Fertigkeiten, Praxen) verändert werden, sondern dass zunehmend auch seine „Körperlichkeit" Gegenstand bzw. Ort der Techniknutzung ist, zielgerichtet beeinflusst, verändert, manipuliert, technisiert. Produkt dieser Entwicklung sind „Biofakte", eine Begrifflichkeit, die die Herausgeberin des vorliegenden Buches kreiert hat, begrifflich gefasst als Verschmelzung von „Leben" (griech. bios) und „Artefakt" (= Künstliches). Ein Biofakt ist somit ein semiartifizielles Lebewesen, etwas „zwischen" – im Sinne der klassischen Auffassung – dem von sich aus „Gewachsenen" bzw. „Gewordenen" (= Natur einschließlich des Menschen) und dem „Hergestellten", „Gemachten" (= Artefakte einschließlich der Technik). Vor allem die aktuellen bio-, informations- und nanotechnischen Entwicklungen bergen ein entsprechendes Potenzial in sich, diese Trennung zu überwinden, eine strikte Unterscheidung von „Natürlichkeit" und „Künstlichkeit" als problematisch erscheinen zu lassen. Die über gentechnologische Verfahren ermöglichte technische Manipulation der „Ursprungs-" oder Ausgangsbedingungen des Lebens belegt das mit aller Deutlichkeit. Aber es sind nicht nur – oder vor allem? – diese in der Öffentlichkeit viel und kontrovers debattierten Realitäten. „Biofakti-

sches“ entsteht auf vielerlei Wegen der „technischen Zurichtung“ von Lebewesen. Züchtung und Auslese bei Pflanzen wie Tieren sind altbekannt; Prothetik, Medizintechnik und „Fordismus“ schaffen menschliche Biofakte. Und in der mythischen, der utopischen und vor allem in der science-fiction-Literatur sind Maschinenmenschen oder Menschmaschinen allgegenwärtig, vom Golem bis zu Lara Croft.

Faktisches und Fiktives, Deskription und Reflexion – das sind wohl die Stichworte, mit denen man das Anliegen, das die Herausgeberin mit diesem Buch verfolgt, umreißen kann. Sie kommen in den fünfzehn Beiträgen des Buches, das in eine Einleitung und vier Kapitel gegliedert ist, in unterschiedlichem Maße zum Tragen, mal mehr, mal weniger, mal direkter, mal indirekter. Die Autorinnen und Autoren, unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen zugehörig (Biologie, Geschichtswissenschaft, Informatik, Kunstwissenschaften, Philosophie, Soziologie, Psychologie, Rechtswissenschaften, Theologie, Wirtschaftswissenschaften), waren gebeten worden, ihr Fachgebiet hinsichtlich der Befassung mit Biofakten, daran entwickelten theoretischen Entwürfen oder dabei sichtbar werdenden konzeptionellen Defiziten zu befragen. Das Ergebnis ist mehr ein interessantes Kaleidoskop an wichtigen Überlegungen, Einsichten und Aussagen denn eine systematische Präsentation (die in diesem Stadium der theoretisch-konzeptionellen Bearbeitung der Thematik „Biofakte“ vielleicht auch noch nicht zu erwarten ist).

Die Beiträge der Einleitung und des ersten Kapitels beschreiben das Themenfeld „Reproduktion und Vision“. Neben Utopien vom wünschbaren Leben liegt ein besonderes Augenmerk auf dem Körper, seinen Formen der gesellschaftlichen und individuellen Wahrnehmung. Biotische Menschwerdung und technischer Wandel im Wechselspiel und als Schrittmacher eines ökonomisch-rationalistisch umformten Wachstumsbegriffs, der weitgehend auch die biotechnischen Zugänge zum Leben prägt, ist Thema des zweiten Kapitels „Regeneration und (Re-)Konstruktion“. Hier wird mehr implizit die Frage berührt, wie sich diese beiden Prozesstypen voneinander unterscheiden. „Transplantation und Animation“ ist das dritte Kapitel überschrieben. In den darunter subsumierten Beiträgen geht es einerseits um pflanzliche Biofakte, andererseits um die Verpflanzung von Organen, womit eine spezifisch pflanzliche Wachstumskomponente menschlicher Biofakte thematisiert wird. Im abschließenden Kapitel „Programmierung und Lebenserfahrung“ ist einerseits der Mensch als ein Wesen, das sich (auch) durch Symbole in der Welt orientiert, andererseits die Artifizialisierung der natürlichen Umwelt Gegenstand der Überlegungen. Als entscheidende Frage wird dabei angesehen, ob es sich bei Symbolen um solche natürlicher oder künstlicher Art handelt. Damit wird dann der Anschluss an die Computergrafik hergestellt, mit deren Hilfe Strukturen und Prozesse im Bereich des Lebenden simuliert werden können. Andererseits wird in diesem Kapitel exemplarisch gezeigt, dass es sinnvoll und notwendig ist, aus sich wandelnden Umwelten konstruktiv sinnstiftende Lebenserfahrungen zu gewinnen, denn auch in einer Welt der Biofakte werden diese zum Menschsein gehören.

Für den Rezensenten nicht ganz klar erkennbar ist der Fokus des lesenswerten Buches. Von der Herausgeberin werden derer drei angeboten: erstens heißt der Buchtitel „Biofakte“, zweitens ist der Untertitel „Versuch über den Menschen [...]“, und drittens lautet der erste Satz „Dieses Buch handelt vom *Wachstum.*“ (Vorwort, S. 9). Biofakte – so zeigt das Buch – finden sich im Gesamtbereich des Lebendigen, bei Pflanzen, Tieren und beim Menschen; Wachstum hingegen gibt es nicht nur im Bereich des Lebenden, sondern auch im Bereich des Anorganischen (man denke etwa an Kristallwachstum); „Mensch“ schließlich hat in dieser „Triade“ die eingeschränkteste Bedeutung. Für alle drei Richtungen sind Beiträge enthalten, in der Hauptsache jedoch als „Versuch über den Menschen“. Insofern wird auch deutlich, dass nach der mit diesem Buch erfolgten Einführung des Begriffs „Biofakt“ in die (technik-)philosophische Debatte zur Markierung deutlicher „Grenzverschiebungen“ zwischen „Gewordenem“ und „Gemachtem“ zukünftig noch erheblicher Systematisierungs- und Forschungsbedarf besteht. Diesen für die Technikphilosophie angestoßen zu haben muss als besonderes Verdienst des Buches genannt werden.

« »

KURZVORSTELLUNGEN VON BÜCHERN

***N.C. Karafyllis, T. Haar (Hrsg.)*: Technikphilosophie im Aufbruch. Festschrift für Günter Ropohl. Berlin: edition sigma, 2004, 278 S., ISBN 3-89404-516-7, Euro 17,90**

Was kann und was soll Technik heute sein und leisten? Angesichts der aktuellen Forderung nach technischen Innovationen und der Hoffnung, damit Schrittmacher des Fortschritts gefunden zu haben, wird die Suche nach einer Antwort immer drängender. Zukunftsvisionen und Horrorszenarien technisch-ökonomischen Handelns bedürfen beide einer kritischen Reflexion. Namhafte Technikphilosophen und -soziologen setzen hier mit folgenden Fragen unterschiedliche Akzente: Wie ist angesichts moderner Bio-, Informations- und Kommunikationstechniken das Verhältnis des Menschen zur Natur, zu seiner Arbeit, zu seinem eigenen Handeln und zur Gesellschaft zu verstehen? Welche Entwicklungsvorstellungen und Utopien sind für technisches Handeln erkenntnisleitend? Und was ist überhaupt das Ziel von Technik, und wer soll darüber entscheiden? Die Systeme, die Technik befördern und die von Technik durchdrungen werden, werden in ihrer wechselseitigen Abhängigkeit deutlich und markieren Eckpunkte einer Allgemeinen Technologie. Der Band ist dem Werk von Günter Ropohl gewidmet und erscheint zu seinem 65. Geburtstag.

(Verlagsankündigung)

»

***K.R. Kegler, M. Kerner (Hrsg.)*: Technik *Welt* Kultur. Technische Zivilisation und kulturelle Identitäten im Zeitalter der Globalisierung. Böhlau Verlag, 2003, 286 S., ISBN 3-412-11303-8, Euro 24,90**

Unsere Welt ist durch eine Vielfalt kultureller Kontexte geprägt, deren Verschiedenartigkeit den zivilisatorischen Reichtum der Menschheit ausmacht. Technik als Weltzivilisation verhält sich in diesem Umfeld nicht neutral, sondern führt sowohl Modernisierungseffekte wie Kulturtransfers herbei. Der Export von westlicher Technik, von Ausbildungssystemen, Populärkultur, Verhaltensmustern und Konsumgewohnheiten stellt für nicht-westliche Kulturen ein verschärftes Identitätsproblem dar. Zugleich erfordert die kulturelle Vielheit der Welt einen kontinuierlichen und selbstkritischen Dialog der Kulturen untereinander. Durch die Reichweite des internationalen Wissens- und Güteraustausches hat diese Aufgabe einen globalen Stellenwert gewonnen.

Unter den Gesichtspunkten unterschiedlicher nationaler Technik- und Lebenskulturen, sowie von Produktions- und Wissenskulturen widmen sich die Autoren aus Wissenschaft und Wirtschaft den Kontexten, dem internationalen Einsatz und dem Transfer von Technik.

Die Beiträge des Bandes greifen Fragen von hoher Relevanz auf:

- Welche kulturellen Faktoren haben Einfluss auf Entwicklung und Vermarktung, Produktion und Einsatz von Technik? Wie prägen sie unterschiedliche Selbstverständnisse?
- Führen weltweit ähnliche technische Systeme und Produkte auch zu einer kulturellen Angleichung? Was bedeutet Globalisierung für den Ingenieur bzw. für den Kulturwissenschaftler in einer technisierten Welt?
- Wie erwirbt man interkulturelle Handlungskompetenz? Was bedeutet kulturelle Identität?

Die Beiträge gehen auf das gleichnamige internationale Kolloquium zurück, welches unter der Schirmherrschaft des Präsidenten des Deutschen Bundestages, Herrn Wolfgang Thierse, vom Forum „Technik und Gesellschaft“ im Oktober 2002 an der RWTH in Aachen durchgeführt wurde (siehe hierzu den Tagungsbericht von Karl R. Kegler in der TA-TuP Heft 1, 12. Jg., März 2003, S. 148-152).

«

In zweiter Auflage erschienen:
***W. Baron, S. Häußler, W. Luther, A. Zweck*: Innovations- und Technikanalyse: Chancen und Barrieren betrieblicher Integration. Frankfurt, New York: Campus Verlag, 2004, 344 S., ISBN 3-593-37199-5, Euro 39,90**

Der im vergangenen Jahr erschienene Band ist jetzt in einer zweiten, überarbeiteten Fassung wieder aufgelegt worden. Das Buch ist das Ergebnis eines Forschungsprojektes, das im Auftrag des BMBF durchgeführt wurde. Dazu hat das VDI-Technologiezentrum Düsseldorf, Zukünftige Technologien Consulting, mit der Wissenschaftlichen Hochschule für Unternehmensführung (WHU) in Vallendar, Lehrstuhl für Controlling und Telekommunikation, kooperiert.

Im Verlagstext zu dieser zweiten Auflage heißt es:

Die Innovations- und Technikanalyse (ITA) ermöglicht es Unternehmen, Entwicklungs- und Anwendungspotenziale neuer Technologien zu erschließen und mögliche Risiken frühzeitig zu erkennen. Die Autoren geben entsprechende Handlungsempfehlungen und analysieren Chancen und den strategischen Nutzen bei der Einführung des neuen Managementinstruments ITA in betriebliche Innovationsprozesse.

ITA gilt als zukunftsorientiertes Konzept, das sich an der gesellschaftlichen Integration von technologischen Innovationen orientiert. Es verbindet Forschung und Praxis. Erkenntnisse aus ca. 500 ITA-Projekten werden ausgewertet. Fallbeispiele veranschaulichen den Nutzen von ITA für Unternehmen. Damit liegt nun für die Wirtschaft ein Handbuch vor, das ITA als strategisches Managementinstrument konkretisiert.

Die Betrachtung des Verhältnisses von ITA und Unternehmen zeigt drei Varianten: ITA in der Wirtschaft findet hauptsächlich in Großunternehmen statt und ist unmittelbar auf das betriebliche Technologie- und Innovationsmanagement gerichtet. ITA mit Unternehmen kommt vielfach in öffentlich geförderten Verbundvorhaben zum Einsatz und zielt meist auf innovationsfördernde Synergien. ITA für Unternehmen kommt dem Konzept der Unternehmensberatung nahe und kann betriebliche Innovationen begünstigen.

Eine Analyse der ITA-Projekte in Deutschland zeigt, dass Unternehmen durch vielfältige betriebliche Verbesserungen profitieren können. Konkrete betriebswirtschaftliche Vorteile zielen u. a. auf

- das Erschließen neuer Geschäftsfelder,
- das Entwickeln innovativer Produkte bzw. Dienstleistungen,
- Kostenersparnisse durch ressourcensparende Produktionsverfahren etc.

Die unterschiedlichen Nutzenpotenziale für Unternehmen machen deutlich, dass ITA-Projekte für Unternehmen vielschichtige Vorteile auch in der Analyse des betrieblichen Umfeldes schaffen können. Die Autoren veranschaulichen im Überblick und anhand von Beispielen, wie und in welchen Feldern Unternehmen mittels ITA Wettbewerbsvorteile erzielen. Abschließende Handlungs- und Gestaltungsempfehlungen richten sich an Unternehmen, derzeitige und künftige ITA-Dienstleister, Wissenschaft sowie den Staat.

«

***F.-W. Steinmeier, M. Machnig (Hrsg.)*: Made in Germany '21. Innovationen für eine gerechte Zukunft. Hamburg: Hoffmann und Campe Verlag, 2004, 576 S., ISBN 3-455-10417-7, EUR 14,90**

Herausgegeben von Frank-Walter Steinmeier und Matthias Machnig und eingeleitet mit einem Vorwort des Bundeskanzlers, versammelt das gerade erschienene Buch „Made in Germany '21" Beiträge zur Diskussion über die Zukunftsfähigkeit Deutschlands. 47 national und international renommierte Autoren (z. B. Peter Glotz und Karl-Uwe Ricke) aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft beantworten die drängendsten Fragen: Was sind Innovationen und welche Bedeutung haben sie für unser Land? Wie können wir die Wachstumsmärkte von morgen besetzen? Wie lassen sich Innovationen systematisch befördern, um neue Arbeitsplätze zu schaffen? Und schließlich: Wie entwickeln wir eine moderne Kultur der Innovation?

Zu den Autoren zählen auch die Gesellschafter der Z_punkt GmbH, Klaus Burmeister, Andreas Neef, Beate Schulz-Montag und Karl-

heinz Steinmueller. In ihrem Beitrag „Innovation und Gesellschaft – Deutschland im Jahr 2020“ plädieren sie für ein neues Verständnis des Innovationsbegriffs. Das Scheitern vieler technologie-getriebener Neuheiten im IT-Markt hat es deutlich gemacht: Innovation muss umfassend begriffen werden – und die Zukunft liegt dort, wo die Nutzerinteressen in den Blick genommen werden. In der Konsequenz heißt das: Deutschland braucht eine neue Kultur des sozialen, organisatorischen und gesamtgesellschaftlichen Wandels: Innovation@Society. Ein solches Verständnis von Innovation als gemeinschaftliche Grundaufgabe bedeutet auch: frühzeitig Handlungsbedarf identifizieren, Abschied nehmen vom Klagen über Strukturkrisen und stattdessen Gestaltungsspielräume nutzen. An welchen Leitlinien sich eine solche neue Innovationskultur ausrichten könnte und wie unsere Zukunft dann aussähe, das zeigen die Autoren in ihrem Artikel.

»

***R. Hendler, P. Marburger, M. Reinhardt, M. Schröder (Hrsg.)*: Die strategische Umweltprüfung (sog. Plan-UVP) als neues Instrument des Umweltrechts. Tagung des Instituts für Umwelt- und Technikrecht vom 17. bis 19. März 2003. Berlin: Erich Schmidt Verlag, 2004 (Umwelt- und Technikrecht, Bd. 76), 266 S., ISBN 3-503-06371-4, Euro 59,80**

Der vorliegende Band enthält die Vorträge und Diskussionsbeiträge der Trierer Tagung zum gleichnamigen Thema. Die Tagung wurde vom Institut für Umwelt- und Technikrecht der Universität Trier in Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit ausgerichtet. Die Beiträge behandeln die Entstehungsgeschichte und den völkerrechtlichen Kontext der EG-Richtlinie zur strategischen Umweltprüfung (SUP-Richtlinie) sowie deren Umsetzung aus nationaler, gliedstaatlicher und kommunaler Sicht. Anwendungsbereich sowie die verfahrensrechtlichen Anforderungen der Richtlinie werden eingehend untersucht. Dabei widmen sich die Beiträge auch der Harmonisierung von UVP, SUP und FFH(Fauna-Flora-Habitat)-Verträglichkeitsprüfung und Raumverträglichkeitsprüfung sowie dem gemeinschaftsrechtlichen Erfordernis der Einführung einer Nachkontrolle (Monitoring).

(Verlagsankündigung)

Eine Rezension des Bandes erscheint in einem der nächsten Hefte der TA-TuP.

«

Emissionszertifikate und Umweltrecht. 19. Trierer Kolloquium zum Umwelt- und Technikrecht vom 28. bis 30. September 2003. Wissenschaftliche Leitung: Prof. Dr. Peter Marburger. Mit Beiträgen von Alfred Endres, Meinhard Schröder, Michael Kloepfer, Rüdiger Breuer und Gerhard Wagner. Berlin: Erich Schmidt Verlag, 2004 (Umwelt- und Technikrecht, Band 74), 308 S., ISBN 3-503-07808-8, Euro 74,00

Die sog. Emissionshandelsrichtlinie der EG führt in Deutschland ein neues ökonomisches Instrument im Umweltrecht ein, das Umweltökonomen seit langem befürworten, dem deutsche Unternehmensjuristen bislang jedoch oft skeptisch gegenüberstanden.

Das 19. Trierer Kolloquium zum Umwelt- und Technikrecht mit dem Thema „Emissionszertifikate und Umweltrecht“ widmete sich den aus der Umsetzung der Richtlinie resultierenden Fragen und Problemen. Der vorliegende Band enthält die Vorträge und Diskussionen dieser Tagung.

Dabei wurde der künftige Emissionszertifikatehandel sowohl aus wirtschaftswissenschaftlicher Sicht, als auch aus Sicht des Europa- und Völkerrechts und des deutschen Umweltrechts untersucht. Weiterhin wurden die zivilrechtliche Ausgestaltung des Zertifikatehandels in Deutschland und Fragen des Rechtsschutzes erörtert.

Die abschließende Podiumsdiskussion „Der Handel mit Emissionsrechten – Wettbewerbsnachteil für deutsche Unternehmen?“ griff die einzelnen Fragen auf und lenkte den Blick auf noch ungeklärte Probleme.

(Verlagsankündigung)

« »

TAGUNGSBERICHTE

Exklusive Technik? TA-Konferenz zu Fragen der Inklusion und Exklusion durch neue Technologien

TA'04: Exklusive Technik? Neue Technologien zwischen erweiterten Handlungsspielräumen und eingeschränktem Zugang

Wien, Österreich, 7. Juni 2004

Tagungsbericht von Roman Winkler, Institut für Technikfolgen-Abschätzung, Wien

Neue Technologien zwischen erweiterten Handlungsspielräumen und eingeschränktem Zugang waren Gegenstand der diesjährigen, vierten TA-Tagung (TA'04) des Instituts für Technikfolgen-Abschätzung (ITA) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, die am 7. Juni in Wien stattfand. Rund 100 TeilnehmerInnen aus Österreich, Deutschland und der Schweiz diskutierten einen Tag lang gegenwärtige Entwicklungen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) sowie Bio- und Medizintechnologien und damit einhergehende Partizipationsmöglichkeiten, Prozesse der unfreiwilligen Erfassung und des selbst gewählten Ausschlusses.

Die TA'04 stellte mit diesem Thema ein Problemfeld zur Diskussion, das nicht nur WissenschafterInnen beschäftigt, sondern auch medial und politisch zunehmend an Bedeutung gewinnt: „Die Digitale Spaltung", die vorrangig den drohenden Ausschluss von ganzen Bevölkerungsgruppen durch technologische Innovationen thematisiert. Das Ziel der Tagung bestand allerdings auch im Aufzeigen von erweiterten Handlungsspielräumen und verschränkte in zwei Parallelsessions sowohl Fragen der Inklusion wie der Exklusion. So versprechen zwar IKT einerseits mehr Teilhabe an politischen Gestaltungsprozessen und einen vereinfachten Zugang zu öffentlichen Diensten, andererseits besteht die Gefahr, dass bestimmte Gruppen vom Nutzen der Digitalisierung ausgeschlossen werden. Der biotechnologische Fortschritt wiederum verspricht jedem Menschen individuell maßgeschneiderte Medikamente, die aber aufgrund hoher Kosten exklusiv bleiben könnten. In beiden Fällen spielen sowohl ökonomische Zwänge als auch die zunehmende Komplexität im Kontext der Technikanwendungen eine entscheidende Rolle. Es sind jedoch nicht immer nur Exklusionsprozesse, die problematisch werden könnten. So bietet die moderne Gendiagnostik die Möglichkeit von Massenscreenings, die IKT ermöglichen eine umfassende Überwachung und Kontrolle – beides sind Beispiele für breite, teils gewollte, teils unerwünschte Einbeziehung. Damit geht es nicht zuletzt um die Akzeptanz und Verbreitung von technologischen Entwicklungen.

Insgesamt standen vier Themenblöcke zur Verfügung, die allesamt 11 Präsentationen umfassten. Die Sessions „Digitale Spaltung – Neue Trends", „Privacy und neue Kontrollregime" und „Partizipation und Selbstausschließung im Netz" behandelten das Tagungsthema vor dem Hintergrund der IKT. „Exklusivität im Gesundheitssystem" war den Bio- und Medizintechnologien gewidmet. Alle Beiträge sind auf der ITA-Homepage veröffentlicht http://www.oeaw.ac.at/ita/ta04

Das ITA konnte mit Herbert Kubicek von der Universität Bremen und Regine Kollek von der Universität Hamburg zwei renommierte WissenschafterInnen gewinnen, die das Konferenzthema in einen sozialwissenschaftlichen bzw. biotechnologischen Kontext stellten.

Herbert Kubiceks Vortrag „Digital Divide – Eine neue Exklusion durch Technik?" basierte auf der Grundthese, dass sich mittlerweile eine „Veralltäglichung" von Technik einstellt, die zu einer weitgehenden Normalisierung hinsichtlich der technologischen Anwendungen führt. Dies sei vor allem auf Lernprozesse zurückzuführen, die eine Durchdringung unserer Arbeits- und Lebensbereiche mit neuen Technologien ermöglichten. Vor diesem Hintergrund hinterfragte Kubicek die analytische Genauigkeit des Begriffs „Digitale Spaltung". Die dichotome Unterscheidung zwischen NutzerInnen und Nicht-NutzerInnen greife demnach zu kurz, um den Problembereich der digitalen Kluft fassen zu können. Vielmehr ist eine Differenzierung hinsichtlich der Kategorien Geschlecht, Alter und Bildung notwendig, die eine kombinierte Betrachtung verlangen. Dies sei insofern not-

wendig, so Kubicek, da trotz steigender Zuwachsraten von InternetnutzerInnen die Abstände zwischen den Teilgruppen immer größer werden. Eine große Bedeutung wird dabei vor allem dem Bildungsbereich zugeschrieben. Dabei verfügt die Gruppe der höher Gebildeten nicht nur über die notwendige technische Ausstattung, sondern auch über die erforderlichen Fähigkeiten, um sich in der online Welt zurechtzufinden. Wie können aber diejenigen von neuen Technologien profitieren, die keine höheren Schulen absolviert haben? Weiters: Ist Zugang wirklich alles, um am heutigen Arbeits- und Bildungsmarkt reüssieren zu können? Kubicek betonte einmal mehr die Wichtigkeit der Medienkompetenz – also der Fähigkeit, Medien technisch und inhaltlich nutzen zu können. Hierbei geht es vor allem um das Sammeln von Erfahrungen. Während traditionelle Medien, wie Fernsehen oder Radio relativ niedrige Anforderungen an ihre NutzerInnen stellen, sind die Voraussetzungen für den Umgang mit neuen Medien extrem hoch (PC, Internet Anschluss etc.). Die Schaffung von Zugangsmöglichkeiten zu digitalen Netzwerken sei zwar der Schlüssel, um dem Problem der „Digitalen Spaltung" zu begegnen, es ist aber unbestritten, dass der Vermittlung von Kompetenzen in einem lernfreundlichen Umfeld enorm große Bedeutung zukommt. Dies gelte insbesondere für Jugendliche, die vorzeitig die Schule verlassen und oftmals den Zugang zu technischer Infrastruktur verlieren. Anhand von Erfahrungen in zwei Jugendfreizeitheimen in Bremen zeigte der Vortragende, wie Jugendliche zunächst spielerisch Kompetenzen im Umgang mit dem Internet erwerben, um in Folge auf die „ernstere" Nutzung vorbereitet zu werden. Kubicek wies darauf hin, dass die „Digitale Spaltung" nur durch „digitale Integration" gelöst werden kann, die von einer sozialen Integration begleitet werden muss. Dazu bedarf es neben der Vermittlung traditioneller Kulturtechniken auch der Schaffung eines fördernden Umfelds und natürlich der Bereitschaft, auch lernen zu wollen.

Regine Kollek thematisierte in ihrer Präsentation zu „Ethik und Technikfolgenabschätzung – Herausforderungen für Theorie und Praxis" die Hoffnungen und ethischen Kontroversen, die sich gegenwärtig durch innovative biomedizinische Techniken ergeben. Kollek konstatierte ein zunehmendes Interesse hinsichtlich des Bedarfs an Nutzenanalysen von medizinischen Technologien. Dabei kommt dem „Health Technology Assessment" (HTA) eine besondere Bedeutung zu, trägt es doch dazu bei, den Einsatz von medizinisch-technischen Innovationen effizienter zu machen. Doch welche ethischen Implikationen haben HTA-Analysen? Welche gesellschaftliche Breitenwirkung können HTA-Untersuchungsdesigns haben? Kollek hielt fest, dass eine Vielzahl an klinischen Studien unter sehr „optimalen" Bedingungen durchgeführt wird, die oft nur wenige Berührungspunkte zur Praxis aufweisen. Eine Reihe von Rahmenvariablen, die etwa Auskunft über die psychosoziale Situation von PatientInnen geben, werde ausgeblendet. HTA-Ergebnisse bauen zumeist auf sehr stringenten Studiendesigns auf, die in erster Linie auf klinischen und ökonomischen Parameter basieren und gesellschaftliche, kulturelle und ethische Implikationen ausklammern. Kollek plädierte daher für eine Dreiteilung bei der umfassenden und systematischen Untersuchung und Bewertung der direkten und indirekten Folgen von biomedizinischen Technologien. Demnach sollten HTA-Analysen zum einen die physikalischen, biologischen, medizinischen und ökologischen Wirkungen von Technologien erläutern – zum anderen seien aber auch gleichwertig die psychologischen, sozialen und gesellschaftlichen Auswirkungen zu berücksichtigen. Drittens dürfte nicht auf juristische und ethische Fragestellungen verzichtet werden. Kollek betonte zwar die Schwierigkeit bei der Erfassung und Quantifizierung mancher „weicher" Faktoren (z. B. psychische oder soziale), weist aber darauf hin, dass gerade in der Medizin diesen Bewertungsfaktoren eine besondere Bedeutung zukomme. Die Vortragende bezeichnete dieses Spannungsfeld als ein „Aufwandsproblem" des HTA und identifiziert des Weiteren ein „Kategorienproblem" und ein „konzeptionelles Problem". Während das Kategorienproblem vor allem die problematische Trennung von empirischen und normativen Aspekten bei der Technikbewertung diskutiert, geht es bei „konzeptionellen Problemen" um die Integration von Analyseergebnissen in ein einheitliches Bewertungsschema. Ausgehend von einer Grundfrage des HTA, nämlich „Welche Folgen hat eine bestimmte biomedizinische Technologie für PatientInnen, Leistungserbringer und Kostenträger?", diskutierte Kollek den Wertbezug von

empirischen Befunden und stellt diesen in den Kontext der „konsequentialistischen Ethik“. Konsequentialismus sei demnach zu einem Rahmenkonzept bei der Technologiebewertung geworden, wonach aus einer vorgegebenen Theorie konkrete moralische Verpflichtungen abgeleitet und medizinische Technologien bewertet werden. Für PatientInnen können jedoch Richtungsentscheidungen, die bei der Erstellung von Studiendesigns, Zielsetzungen etc. getroffen werden, weit reichende (psychische und soziale) Auswirkungen haben. Anhand der künstlichen Befruchtung („In-Vitro-Fertilisierung“) erklärte Kollek das Problem zwischen gesellschaftlichem und individuellem Interesse hinsichtlich der Anwendung einer medizinischen Technologie und warf die Frage nach dem adäquaten Nutzen auf. Gerade bei kostenintensiven Technologien, die zudem eine relativ niedrige Erfolgsrate aufweisen (wie z. B. die „In-Vitro-Fertilisierung“), zeigt sich die Schwierigkeit, die gesellschaftlichen und individuellen Intentionen in Einklang zu bringen. HTA müsse diese Differenzen und unterschiedlichen Einschätzungen (z. B. jene von ÄrztInnen und PatientInnen vs. VertreterInnen der Kostenträger) in ihren Studien reflektieren und berücksichtigen. Abschließend unterstrich Kollek die Wichtigkeit einer multidimensionalen und perspektivensensitiven Herangehensweise bei der Bewertung von biomedizinischen Technologien, die in „integrierten Bewertungskonzepten“ Umsetzung finden sollten.

Trotz der thematischen Unterschiede in den beiden Vorträgen, zeigt sich die Gemeinsamkeit in der Betonung der Berücksichtung unterschiedlicher Zielgruppenbedürfnisse. Die „Digitale Spaltung“ ist kontextabhängig und äußert sich unterschiedlich. Das Resultat ist aber in jedem Fall dasselbe: Jugendliche mit fehlender Medienkompetenz im Bereich IKT und damit geringeren Chancen am Arbeitsmarkt können ebenso unter persönlichen Leidensdruck geraten, wie PatientInnen, denen der Zugang zu bestimmten innovativen Medizintechnologien verwehrt bleibt. Die Schaffung von Rahmenbedingungen für die digitale und soziale Integration von Gruppen wird damit zu einer gesellschaftlichen Notwendigkeit, um den sozialen Zusammenhalt gewährleisten zu können.

»

Symposium „Fortschritte bei der Herausbildung der Allgemeinen Technologie“

Berlin, 14. Mai 2004

Bericht von Prof. Dr. Gerhard Banse, Fraunhofer-Anwendungszentrum Logistiksystemplanung und Informationssysteme (ALI), Cottbus, und Prof. Dr. Ernst-Otto Reher, Halle

„Allgemeine Technologie“ ist nach wie vor mehr ein Programm denn ein ausformuliertes Konzept. Gerade deshalb ist es angezeigt, disziplinübergreifend eine Bestandsaufnahme als Grundlage für weiterführende Überlegungen und Aktivitäten vorzunehmen. Seit der Göttinger Professor für „Weltweisheit“ Johann Beckmann 1806 einen „Entwurf der Algemeinen Technologie“ formulierte, sind viele Jahrzehnte vergangen, aber erst in den letzten dreißig Jahren wurde diese Idee erneut aufgegriffen. Allgemeine Technologie soll nach Beckmann „die gemeinschaftlichen und besondern Absichten der […] Arbeiten und Mittel anzeigen, die Gründe erklären, worauf sie beruhen, und sonst noch dasjenige kurz lehren, was zum Verständniß und zur Beurtheilung der einzelnen Mittel, und zu ihrer Auswahl bey Übertragungen auf andere Gegenstände, als wozu sie bis jetzt gebraucht sind, dienen könnte.“

Allgemeine Technologie (AT) heute befasst sich mit dem Vergleich technologischer Prozesse und ihrer Bestandteile auf unterschiedlichen Ebenen und Niveaus mit dem Ziel, das Allgemeine und Wesentliche (nicht nur das Invariante) technologischer Erscheinungen zu erfassen, um Gesetzmäßigkeiten zu erkennen und Prinzipien, Vorschriften, Empfehlungen und Methoden zur Gestaltung der materiell-technischen Seite des Produktionsprozesses für die Anwendung bereitzustellen, deren Aussagen für alle bzw. eine abgrenzbare Summe technischer Prozesse gültig sind und die in mehreren Bereichen und Zweigen der industriellen Produktion genutzt werden können. Das betrifft z. B. Aussagen über den Stoff-, Energie- und Informationsfluss in technischen Systemen, die Gliederung des technischen Prozesses in Subprozesse u. a. m. In diesen allgemein-technologischen Ansätzen geht es somit um das Erfassen des Allgemeinen technischer Objekte und Prozesse in technischen Prinzipien, Grund- und

Leitsätzen, Regularitäten, Aussagen über Wirkpaarungen und -anordnungen u. ä.

Die Leibniz-Sozietät hat sich das Ziel gesetzt, die AT unter Einbeziehung unterschiedlicher Wissenschaftsdisziplinen und unter Ausnutzung vielfältiger Kooperationsbeziehungen im Beckmannschen Sinne weiter auszugestalten, denn sie bietet dank ihres Wissenschaftlerpotentials spezifische Möglichkeiten zu deren Weiterentwicklung.

Auf einem ersten Symposium „Allgemeine Technologie – Vergangenheit und Gegenwart“, das im Jahre 2001 in Berlin stattfand und von der Leibniz-Sozietät, Arbeitskreis „Allgemeine Technologie“, gemeinsam mit dem Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse des Forschungszentrums Karlsruhe in der Helmholtz-Gemeinschaft konzipiert und organisiert worden war (vgl. Banse und Reher 2002b), wurden zwei wesentliche Richtungen der Weiterarbeit sichtbar:

- Ausarbeitung einer Allgemeinen Technikwissenschaft – vor allem durch Beiträge von Technologie„begleitern“ (Sozial- und Geisteswissenschaftler);
- Ausarbeitung einer Allgemeinen Verfahrenswissenschaft für Stoff-, Energie- und Informationstechnologien – vor allem durch Beiträge von Technologie„schöpfern“ (Natur- und Technikwissenschaftler).

(Die Ergebnisse dieses Symposiums wurden veröffentlicht; vgl. Banse und Reher 2002a.)

Das zweite Symposium „Fortschritte bei der Herausbildung der Allgemeinen Technologie“, das am 14. Mai 2004 wiederum in Berlin stattfand und wiederum gemeinsam von der Leibniz-Sozietät, Arbeitskreis „Allgemeine Technologie“, und dem Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse des Forschungszentrums Karlsruhe in der Helmholtz-Gemeinschaft konzipiert und organisiert wurde, stellte sich das Ziel, Beiträge zur weiteren Ausarbeitung

- der Allgemeinen Technikwissenschaft,
- der Allgemeinen Verfahrenswissenschaft sowie
- der Technologiegeschichte

zu erarbeiten.
Entsprechend war das Programm strukturiert: Ein erster Schwerpunkt befasste sich mit „Allgemeine Technologie als Grundlagenwissenschaft der Technik“, im zweiten Schwerpunkt wurde „Allgemeine Verfahrenswissenschaft als technologische Grundlagenwissenschaft“ behandelt und der dritte Schwerpunkt war dem „Beitrag der Technologiegeschichte zur Allgemeinen Technologie“ gewidmet. Detaillierte Informationen zu den einzelnen Beiträgen und Vortragenden sind im Internet unter http://www.leibniz-sozietaet.de/download/symp_jt_2004.pdf zu finden, deshalb sei hier der Ablauf nur kurz resümiert.

Im Schwerpunkt I ging es mit Beiträgen von *Günter Ropohl* (Frankfurt am Main/Karlsruhe), *Gerhard Banse* (Cottbus/Berlin), *Lutz-Günther Fleischer* (Berlin) und *Horst Wollgramm* (Frankfurt an der Oder) vor allem um die Dualität von System und Prozess, den Beitrag der Interdisziplinären Technikforschung zur AT, den Gegenstandsbereich und die Struktur einer allgemeinen Techniklehre sowie Implikationen von Lebensmitteltechnologien für die Ausgestaltung der AT. Unter der Moderation von *Lothar Kolditz* (Berlin/Steinförde) gab es in der Diskussion zu diesem Schwerpunkt zunächst ein vorbereitetes Statement von *Klaus Fuchs-Kittowski* (Berlin) zur Bedeutung des Wissensmanagement für Wertschöpfung und Wissensschaffung. Die anschließende generelle Debatte verdeutlichte, dass vor allem hinsichtlich des Zusammenhangs bzw. der gedanklichen Trennung von Struktur und Prozess sowie der Berücksichtigung mentaler „Gegebenheiten“ (wie Wissenschafts- und Technikverständnis, „Zeitgeist“, Konstruktions- und Arbeitsstile, Leitbilder u. ä.) weiterer Klärungsbedarf besteht. Dazu gehören auch weitere Einsichten über die „Nachfrager“ von AT, die derzeitig vor allem aus dem Bereich der Lehre (Geistes- und Sozialwissenschaftler, Warenkundler, Wirtschaftsingenieure, Lehrer) kommen, kaum jedoch aus den Technikwissenschaften selbst.

Im Schwerpunkt II wurden Überlegungen bzw. Ansätze des ersten Schwerpunkts konkreter dargestellt, denn in den Beiträgen von *Klaus Hartmann* (Berlin)/*Wolfgang Fratzscher* (Halle), *Ernst-Otto Reher* (Halle)/*Gerhard Banse* und *Hans-Jürgen Jacobs* (Dresden) standen verallgemeinernde Überlegungen aus den Bereichen Stoffwirtschaft, Verfahrenswissenschaften sowie Fertigungstechnik/Fertigungsorganisation im Mittelpunkt. Für die Diskussi-

on unter Leitung von *Siegfried Nowak* (Berlin) hatten Herbert Hübner (Schkopau) und *Uwe Meinberg* Statements zur Elektrotechnik bzw. zur Notwendigkeit interdisziplinärer Vorgehensweisen auch im Bereich der Entwicklung informationstechnischer Lösungen vorbereitet. In der nachfolgenden Aussprache wurde u. a. darauf verwiesen, dass vor ca. 30 Jahren das ESAV (Einheitliches System der Automatisierten Verfahrenstechnik) konzipiert wurde, zu jener Zeit jedoch nicht realisiert werden konnte. Derzeit gebe es jedoch Erkenntnisfortschritte, mittels derer man der Verwirklichung des ESAV näher gekommen sei.

Unter der Moderation von *Hubert Laitko* (Berlin) behandelten im Schwerpunkt III *Wolfgang König* (Berlin), *Jan-Peter Domschke* (Mittweida) und *Martin Eberhardt* (Leipzig) die Beziehungen von Wissenschaftsakademien und Technikwissenschaften von den Anfängen bis zur Gegenwart, das Technikverständnis Wilhelm Ostwalds sowie den Beitrag der landwirtschaftlichen Technologie zur AT. Die unter Zeitdruck stehende Diskussion bezog sich vor allem auf Ostwalds Überlegungen, z. B. zu Fragen des Verhältnisses von Theorie und Praxis sowie zur Institution „Die Brücke“, die ein Versuch zur Organisation des Wissens für die Praxis war.

Eröffnet und beendet wurde das Symposium durch den Präsidenten der Leibniz-Sozietät *Herbert Hörz* (Berlin). (Der für das Schlusswort vorgesehene Leiter des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse des Forschungszentrums Karlsruhe, *Armin Grunwald*, musste seine Teilnahme aus dienstlichen Verpflichtungen leider kurzfristig absagen.) Einleitend betonte er u. a., dass sich die mit AT befassten Wissenschaftler „dem *Druck der Verallgemeinerung* aussetzen“ müssen, dabei jedoch unterschiedliche Verallgemeinerungsrichtungen zu berücksichtigen und bestimmte Gefahren (etwa unpraktikable Generalisierungen, Verzicht auf notwendige und mögliche Verallgemeinerungen) zu vermeiden haben. Abschließend hob er hervor, dass der Weg von der Illusion zur Vision einer theoretisch begründeten und praktisch nutzbaren Allgemeinen Technologie beschritten und weiter zu gehen ist: „Dazu wären die Ergebnisse beider Symposien auszuwerten, um gemeinsame Standpunkte, anerkannte Prinzipien, bedenkenswerte Definitionen zu erfassen.“ Das sollte auch Konsequenzen für die allgemeine technische Bildung haben: „Wir brauchen deshalb Grundlagen einer allgemeinen Technologie, die lehr- und lernbar sind, ohne sie zu kanonisieren, da sie selbst der Entwicklung unterliegen und neues Wissen zu sammeln ist. Bildung kann die Rolle neuer Denkweisen, wie sie aus den verschiedenen Gebieten der Technologie kommen, zeigen. Sie sollte Wissen darüber vermitteln, um Grundlagen zu schaffen, die dem Nachwuchs helfen, später flexibel mit ihnen unter konkreten Bedingungen umzugehen. Bildungseinbußen auf diesem Gebiet sind verpasste Zukunftschancen.“

Als Fazit kann konstatiert werden: Auch dieses Symposium belegte, dass das multidisziplinäre Gespräch über AT eine Brücke zwischen den „zwei Kulturen“ bildet.

Es ist geplant, die Beiträge dieses Symposiums in den „Abhandlungen der Leibniz-Sozietät“ zu publizieren.

Literatur

Banse, G.; Reher, E.-O. (Hrsg.), 2002a: Allgemeine Technologie. Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft. Berlin (Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, Bd. 50)

Banse, G.; Reher, E.-O., 2002b: Symposium „Allgemeine Technologie – Vergangenheit und Gegenwart“. Tagungsbericht. In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 11. Jg., Nr. 1, S. 141-143

«

EU-US Scientific Seminar

New Technology Foresight, Forecasting & Assessment Methods

Sevilla, Spanien, 13.-14. Mai 2004

Tagungsbericht von Ulrich Fiedeler, ITAS

Vom 13. bis 14. Mai fand in Sevilla ein Workshop über neue Foresight-Methoden statt. Unter dem Titel „New Technology Foresight, Forecasting & Assessment Methods“ versammelten sich etwa 100 Teilnehmer überwiegend aus Europa und den Vereinigten Staaten. Aus dem asiatischen Raum war hingegen niemand vertre-

ten, was von einigen Teilnehmern bedauert wurde. Veranstalter des Seminars war im Auftrag der Europäischen Kommission und der National Science Foundation (NSF) das Institute for Prospective Technological Studies (IPTS).

Das Institute for Prospective Technological Studies (IPTS) ist eines der sieben Joint Research Centres (JRC) der Europäischen Kommission. Es wurde 1994 mit der Zielsetzung gegründet, das Verständnis über die Zusammenhänge von Technologie, Ökonomie und Gesellschaft zu erforschen und den Politikern Europas zugänglich zu machen. Das IPTS konzentriert sich hierbei auf zwei Schwerpunkte: neue Technologien und politische Optionen im Bereich der technisch-ökonomischen Sphäre. Das IPTS ist in Sevilla (Spanien) angesiedelt und beschäftigt über 100 Mitarbeiter. (Siehe auch: http://www.jrc.es)

Das Ziel des Seminars war es, die zunehmende Vielfalt der Foresight-Ansätze gemeinsam mit den praktizierenden Experten zu diskutieren. Hierbei wurde besonderes Gewicht auf die Unterschiede zwischen europäischen und amerikanischen Ansätzen gelegt. Das Seminar war nicht daraufhin angelegt, einen wesentlichen Beitrag zur Klärung der Frage zu leisten, welche Methode für welche Fragestellung geeignet ist. In erster Linie ging es den Veranstaltern um einen Informationsaustausch.

Eingeleitet wurde die Veranstaltung durch vier Beiträge, in denen die Vortragenden jeweils die aus ihrer Sicht wichtigen Aspekte einer Diskussion über Foresight-Methoden vortrugen.

Anschließend fanden dreimal je zwei Sitzungen parallel statt zu den Themen:

- Methodological selection
- Process management
- Models and voices
- What's the use?
- Tales from the frontier
- Importing ideas

Der Rest des zweiten Tages war dann überwiegend der gemeinsamen Diskussion gewidmet. Dabei wurden zunächst die wichtigsten Punkte der parallelen Sitzungen zusammengefasst. Das Seminar wurde mit einer Plenarsitzung mit drei Vorträgen abgeschlossen.

Da schon in der Eröffnungsveranstaltung durch die vier Referenten Fragen aufgeworfen wurden, die in der Diskussion immer wieder zur Sprache kamen, möchte ich auf diese Beiträge im Folgenden etwas ausführlicher eingehen.

Joe Coates, Consulting Futurist, Inc., USA:
Coates teilte die Zukunftsforscher in drei Kategorien ein. Auf der einen Seite stünden diejenigen, die glauben, Zukunftsforschung würde sich darin erschöpfen, genaue Daten des Ist-Zustandes zu sammeln, auf deren Basis dann politische Entscheidungen getroffen werden könnten. Auf der anderen Seite stünden die Science-Fiction Autoren und Journalisten, deren Ansatz es sei, zukünftige Entwicklungen aus einer subjektiven Perspektive zu ergründen (sehr spekulative und fantastisch). Dazwischen, so Coates, stünden die Teilnehmer des Seminars, denen es um strategische Zukunftsforschung gehe, d. h. neben der Reflexion der technischen Entwicklungen auch die ökonomischen, gesellschaftlichen und kulturellen Dimensionen zukünftiger Entwicklungen in ihre Betrachtung mit einzubeziehen. Das bedeute aber auch, so Coates, die eigene Perspektive mit zu reflektieren.

Hugues de Jouvenel, Futuribles International Group, Frankreich:
Jouvenel hob – ähnlich wie zuvor Coates – hervor, dass es nicht darum gehe, möglichst viele und aktuelle Daten zu sammeln. Entscheidend für die Verlässlichkeit der Frühwarnung sei die Identifikation der zugrunde liegenden Dynamik der zu erwartenden Entwicklungen.

Eines der Hauptprobleme der Zukunftsforschung sei hierbei, die Veränderungen zu unterschätzen. Das sei auch der Grund, weshalb wir allein aus einer noch so detaillierten Erfassung der Gegenwart dennoch keine verlässlichen Aussagen für die Zukunft machen könnten. Langzeitliche Entwicklungen könnten wir nur durch die genaue Analyse der Vergangenheit erfassen. Gleichzeitig müsse man sich der Tatsache gewahr sein, dass sich selbst stabil geglaubte Zustände sehr schnell ändern könnten. So könnte sich z. B. die öffentliche Meinung sehr schnell ändern mit entsprechend weit reichenden Konsequenzen für zukünftige Entwicklungen.

Ian Miles, University of Manchester/PREST, UK:
Miles analysierte in seinem Beitrag in einer Art Rückblick auf die Zukunftsforschung die Ent-

wicklung und Veränderung der verschiedenen Konzepte, wie über Zukunft gedacht wurde. Als einen übergreifenden Trend identifizierte er eine Verlagerung des Schwerpunktes der Zukunftsforschung: Während früher die Zukunftsforschung überwiegend von der Untersuchung der Technikentwicklung und Innovationsforschung dominiert war, rücke heute die Untersuchung der gesellschaftlichen Entwicklungen in das Zentrum der Zukunftsforschung.

Frank Ruff, DaimlerChrysler AG, Deutschland: Ruff stellte in seinem Vortrag die Perspektive der industrienahen Zukunftsanalyse vor. Hierbei betonte er, dass das Geschäftsmodell desjenigen Instituts, welches Zukunftsanalyse betreiben will, entscheidend ist für die Ausrichtung der Arbeit. Ein wesentliches Problem, mit dem Zukunftsforscher, die Auftragsforschung betreiben, konfrontiert seien, ist die Tatsache, dass die Auftraggeber nicht bereit seien, die Erarbeitung von strategischem Wissen zu finanzieren. Sie bezahlten nur für die konkreten Antworten auf ihre Fragen. Sie wollen Lösungen, keine Methoden. Andererseits sei die Güte dieser Antworten entscheidend von den Möglichkeiten abhängig, neue Methoden zu entwickeln sowie Entwicklungen zu beobachten und zu analysieren, die weit über den Horizont der kurzfristigen Aufträge hinausgehen. Mit zunehmender projektbezogener Finanzierung seien vermehrt auch Institute der Technikfolgenabschätzung von dieser Problematik betroffen. (Diese Problematik spiegelte sich auch in der Meinung einiger Teilnehmer wieder, die beklagten, dass derzeitige Foresight-Aktivitäten zu sehr auf tagespolitische Fragestellungen ausgerichtet seien. Nötig wären hingegen Projekte, die lang andauernde Trends analysieren, womit wiederum die Frage der Finanzierung aufgeworfen wird.)

Weiterhin betonte Ruff die Notwendigkeit des direkten Kontaktes zu den Verbrauchern der Produkte, die Vermittlung von (gesellschafts-)wissenschaftlichen Erkenntnissen an das Management der Auftrag gebenden Unternehmen, die zunehmende Nachfrage nach Zukunftsanalysen seitens der klein- und mittelständischen Unternehmen und schließlich die Problematik, aufgrund der Konkurrenz der Auftraggeber untereinander die Ergebnisse von Studien nicht ohne Weiteres für andere Auftraggeber verwenden zu können.

ITAS war auf dem Seminar mit insgesamt vier Kurzreferaten und einer Posterpräsentation vertreten. Zwei der Kurzreferate – beide von Michael Decker vorgetragen – bezogen sich auf das TAMI-Projekt (vgl. TA-TuP Nr. 1, 13. Jg., 2004, S. 71-80), Armin Grunwald präsentierte das Konzept des Vision-Assessments und Torsten Fleischer diskutierte in seinem Vortrag die Möglichkeiten der Methode des Roadmapping für TA. Der Autor dieses Berichts präsentierte ebenfalls zu diesem Thema ein Poster (vgl. hierzu auch den Beitrag zu dem Schwerpunktthema).

Die Kurzreferate der parallelen Sitzungen waren von ihrer Thematik, ihrem Ansatz aber auch von der Qualität recht heterogen. Der Umstand, dass 40 Beiträge auf sechs Sitzungen à 1 3/4 Stunden aufgeteilt wurden, führte dazu, dass für jeden Beitrag etwa 12 Minuten übrig blieben. In dieser kurzen Zeit war es meist nicht möglich, in die vorgestellte Thematik einzuführen oder gar konkrete Ergebnisse von durchgeführten Studien zu präsentieren. Stattdessen wurden fast ausschließlich generalisierte Schlussfolgerungen präsentiert, während methodisch interessante Aspekte und Erfahrungen, die bei der Durchführung von Foresight-Projekten gewonnen wurden, weitgehend unerwähnt blieben. Die Vielseitigkeit der Themen und Ansätze führte neben dem Mangel an Zeit für die Diskussion schließlich auch dazu, dass sich keine übergreifenden Themen der Zukunftsforschung herausbildeten. Das einzige übergreifende Thema, welches immer wieder aufkam, war die grundsätzliche Frage, ob Zukunftsforschung überhaupt möglich sei. Daher entstand bei dem Autor dieses Berichtes auch der Eindruck, dass sich die Vertreter der Foresight Community, die sich zu diesem Seminar in Sevilla versammelt hatten, in einer Art Selbstfindungsprozess befänden. Insgesamt war es überraschend, dass die Protagonisten nicht mehr Zutrauen in ihre Methoden und ihre Erfahrungen zu haben schienen. Es schien kein Konsens über eine so genannte „best practice“ zu bestehen oder zumindest über die Vorraussetzungen der Zukunftsforschung, die mindestens erfüllt werden müssten, um zu belastbaren Aussagen zu kommen.

Ein anderer Grund für die oben beschriebenen Schwierigkeiten einer gemeinsamen Diskussion lag sicherlich daran, dass, wie bereits

erwähnt, die Aktivitäten und Ziele, die die Teilnehmer mit ihren Arbeiten verfolgen, sehr unterschiedlich waren. Obwohl Coates zu Beginn etwas eingegrenzt hatte, auf welcher Ebene der Zukunftsforschung in diesem Seminar der Schwerpunkt liegen sollte (siehe oben), schien es dennoch so, dass die Teilnehmer sehr unterschiedliche Herangehensweisen vertraten. Hilfreich wäre gewesen, wenn die Vortragenden zu Beginn ihrer Ausführungen ihre eigene Perspektive etwas erläutert hätten. Ebenso wäre es in diesem Zusammenhang auch dienlich gewesen, wenn die „strategische Zukunftsanalyse“ sich doch etwas mehr des vielleicht weniger spektakulären Datensammelns angenommen hätte. Überlegungen, wie es denn nun möglich sei, systematisch über die Beschreibung der Gegenwart hinaus zu gehen, schienen deshalb etwas in der Luft zu hängen. Dies wurde insbesondere deutlich an einigen Vorträgen, in denen rechnergestützte Datenbanken und Expertensysteme vorgestellt wurden. Hier wurden recht ausführlich verschiedene Möglichkeiten vorgestellt, die verschiedenen Daten miteinander zu verknüpfen und graphisch aufzuarbeiten. Die Fragen jedoch, wie die Qualität der Daten und vor allem auch ihre Aktualität gewährleistet wird, war weniger Gegenstand der Untersuchungen. Allerdings muss hier angemerkt werden, dass es sich bei den vorgestellten Expertensystemen z. T. um kommerzielle Produkte handelte. Das Hauptinteresse besteht in diesem Fall naturgemäß vorrangig darin, dem Kunden möglichst viele Features zu bieten, wobei die Daten nur zur Demonstration des Expertensystems dienen.

Als neue Probleme und Fragen, mit denen sich die Foresight Community konfrontiert sieht, wurden Fragen identifiziert, die mit der Globalisierung zusammenhängen. Insbesondere wurde die Frage, wie „Global Governance“ gestaltet werden kann, als sehr wichtig eingeschätzt. In diesem Zusammenhang wäre es wünschenswert gewesen, wenn die Veranstalter ihre Erwartungen bezüglich Foresight formuliert hätten. Es wäre interessant gewesen zu hören, welche Fragen sie mittels Foresight-Methoden hoffen beantworten zu können und welchen Stellenwert sie diesen Antworten einräumen würden.

Auch wenn eines der Ziele des Seminars die Exploration neuer Methoden war, so wurde doch immer wieder auf bekannte und altbewährte Methoden verwiesen wie Delphi, Scenario building und Roadmapping. Von einem Teilnehmer wurde hervorgehoben, dass es sich hierbei wesentlich um ein förderpolitisches Problem handeln würde. Projektanträge, die nicht auf alte und bekannte Methoden zurückgreifen, werden von den Gutachtern negativ bewertet, so dass neue Methoden nicht die Gelegenheit bekämen, sich in der Praxis zu bewähren.

Abgesehen von diesem strukturellen Grund für den Mangel an validierten neuen Methoden, wurde von einigen Teilnehmern im Laufe der Veranstaltung des Öfteren auf die Reflexion über die Geschichte verwiesen. Die historische Betrachtung der Innovationsprozesse könne gerade helfen, die ihnen innewohnende Dynamik zu erkennen und somit auch das Bewusstsein für unerwartete Entwicklungssprünge zu schärfen.

«

Kolloquium „Globale Umweltveränderungen, Wasser und Gesellschaft“

Das Wissenschaftliche Zentrum für Umweltsystemforschung der Universität Kassel feiert 10jähriges Bestehen

Kassel, 28. April 2004

von Karl-Heinz Simon, Wissenschaftliches Zentrum für Umweltsystemforschung, Universität Kassel

Das Kolloquium

Das Wissenschaftliche Zentrum für Umweltsystemforschung der Universität Kassel feierte mit einem Jubiläumskolloquium am 28. April sein 10jähriges Bestehen. Dass Kolloquium stand unter dem Titel „Globale Umweltveränderungen, Wasser und Gesellschaft“. Am Vormittag standen zwei Vorträge auf dem Programm, die etwas grundsätzlicher die Thematik der Nachhaltigkeit aufgriffen. Frau MinDirig’in *Cornelia Quennet-Thielen* vom BMU erläuterte die Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung und verwies auf zahlreiche Herausforderungen für Wissenschaft und Politik in diesem Zusammenhang. Prof. Dr. *Armin Grunwald* griff diese Herausforderungen in seinem Vortrag auf und stellte Anforderungen an gute wissenschaftliche

Praxis dar, die im Rahmen von Nachhaltigkeitsforschung erfüllt werden sollten.

Der Nachmittag stand ganz unter dem Thema Wasser, einem der Forschungsschwerpunkte am Zentrum. Zunächst berichtete der geschäftsführende Direktor des Zentrums, Prof. Dr. *Joseph Alcamo*, über Ergebnisse von modellgestützten Analysen zu Veränderungen im globalen Wassersystem und deren Konsequenzen für Umwelt und Gesellschaft, also auch für die zukünftige Versorgungssicherheit in diesem Bereich. Diese Analysen werden in Kassel insbesondere mit dem Modell WaterGAP durchgeführt, mit dem Wasserdargebot und Wasserentnahme in den Flussgebieten weltweit berechnet werden können. Anschließend stellte Prof. Dr. *Andreas Ernst* neuere Ansätze der Modellierung dar, mit denen Nutzungsverhalten z. B. auf der Ebene von Haushalten simuliert wird. Insbesondere sollen dabei, mit der Methode der agentenbasierten Modellierung, Erkenntnisse über Entscheidungen angesichts von zukünftiger Wasserknappheit gewonnen werden. Auf die institutionellen Aspekte in der Wasserversorgung wurde in einem Vortrag von Prof. Dr. *Claudia Pahl-Wostl* eingegangen und es wurde dargestellt, wie Modellierungsansätze mit partizipativen Methoden verknüpft werden können. Zum Abschluss des Vortragsreigens stellte Prof. Dr. *Wolfram Mauser* neuere Erkenntnisse aus den GLOWA-Projekten (Globaler Wandel des Wasserkreislaufs) vor, u. a. zum Zusammenspiel von Entscheidungen in der Landwirtschaft (für bestimmte Kulturen) und Niederschlagsereignissen an anderen Stellen in Europa.

Die Veranstaltung wurde durch eine Würdigung der Arbeiten des Zentrums durch den Präsidenten und den Vizepräsidenten der Universität Kassel sowie durch die Vorsitzende des Wissenschaftlichen Beirats des Zentrums, Dr. *Jill Jäger*, umrahmt.

Das Wissenschaftliche Zentrum

Das Wissenschaftliche Zentrum für Umweltsystemforschung ging aus Vorläufereinrichtungen an der Universität Kassel hervor, die noch bis in die Gründungsphase der Universität in den 70er Jahren zurückreichen. Prof. Dr. E.-U. von Weizsäcker hatte als Gründungspräsident großen Wert auf die Etablierung interdisziplinärer Einrichtungen als Ergänzung der traditionellen Gliederung in Fachbereiche gelegt. Das Zentrum ging aus dem Zentrum Mensch-Umwelt-Technik hervor, in dem in den 1980er Jahren auch Arbeiten zur Technikfolgenabschätzung im engeren Sinne durchgeführt wurden, u. a. mit einem Projekt zu „Alternativen landwirtschaftlicher Produktionsweisen“ für den Deutschen Bundestag. Mit Umorganisation unter dem Label „Umweltsystemforschung“ traten dann in den 1990er Jahren stärker globale Fragestellungen in den Vordergrund, so dass derzeit globale Wasserstudien, Analysen von Landnutzungsänderungen und Szenarienanalysen (z. B. im Rahmen des Millennium Ecosystem Assessment) einen wesentlichen Teil der Arbeiten am Zentrum umfassen. Diese Arbeiten werden in einer Forschungsgruppe „Globale und regionale Dynamiken“ durchgeführt. Ein weiterer Schwerpunkt arbeitet an der Schnittstelle Gesellschaft/Umwelt mit verhaltenswissenschaftlichen Konzepten und Modellen, aber auch mit Analysen zu alternativen Lebens- und Wirtschaftsweisen. Ein Dritte Forschungsgruppe arbeitet mit der Methode der Umweltbilanzierung, u. a. zur Ermittlung günstiger Strategien zur Umgestaltung von Plattenbauten in Osteuropa.

Weitere Informationen über die Webpage des Zentrums http://www.usf.uni-kassel.de oder per E-Mail simon@usf.uni-kassel.de.

«

Symposium „Netzbasierte Kommunikation und das Verhältnis von Identität und Gemeinschaft“

Tagung des CULTMEDIA-Netzwerkes an der Universität des Baskenlandes

San Sebastian, Spanien, 23. - 24. April 2004

Tagungsbericht von Gotthard Bechmann, ITAS

Das „European Network on Cultural Diversity and New Media (CULTMEDIA)” ist ein interdisziplinärer und multinationaler Kooperationsverbund, an dem derzeit Partner aus acht europäischen Ländern beteiligt sind. Die Gründung des Netzwerks fand im September 2002 im Rahmen eines Symposiums an der Akademie der Wis-

senschaften der Tschechischen Republik in Prag statt (siehe hierzu den Bericht in der TA-TuP Heft 3/4, November 2003, S. 110 f.).

Die zweite Tagung des CULTMEDIA-Netzwerkes fand vom 23.-24. April 2004 unter dem Thema „Netzbasierte Kommunikation und das Verhältnis von Identität und Gemeinschaft“ an der Universität des Baskenlandes in San Sebastian, Spanien, statt; organisiert wurde es von Prof. Dr. Nicanor Ursua Lezaun.

Zu Beginn wurden die Teilnehmer durch den Dekan der Philosophischen Fakultät der Universität San Sebastian, *Professor Dr. Luis Lizasoain*, begrüßt. Anschließend eröffnete *Gerhard Banse* (Forschungszentrum Karlsruhe/ ITAS) das Symposium mit einem kurzen Rückblick auf die Entwicklung des CULTMEDIA-Projektes, indem er die einzelnen Stadien von der Gründung bis hin zur Ausarbeitung und Einreichung eines Antrages für ein Netzwerk im Rahmen des 6. Forschungsrahmenprogramms der EU nachzeichnete.

Kern des Antrages, der auch gleichzeitig die gemeinsame Arbeitsgrundlage des CULTMEDIA-Projektes darstellt, bildet der theoretische Ansatz, der die Veränderungen im Verhältnis von Sozialität (Bildung individueller und kollektiver Identitäten), Formen der Vergemeinschaftung und Kulturalität (kulturelle Praktiken und Güter als Bedeutungsmuster des gesellschaftlichen Lebens) zu erfassen versucht, die sich in Verbindung mit der Entwicklung und Nutzung des Internets (als technischem Informations- und Kommunikationsmedium) ergeben. Damit untersucht CULTMEDIA auch Prozesse, die die europäische(n) Gegenwartsgesellschaft(en) transformieren und einen wesentlichen Teil ihres Übergangs zur so genannten „knowledge-based society“ ausmachen.

Die Implikationen und Auswirkungen der kulturellen Transformation, die durch die neuen Medien mit ausgelöst werden, sollen in den vier Forschungsfeldern:

- Privatheit und Öffentlichkeit
- Identität und Gemeinschaft
- Wissen und Wirtschaft
- (Un-)Sicherheit und Vertrauen

theoretisch und empirisch verfolgt und genauer analysiert werden, wobei das Internet als Leittechnologie im Zentrum steht.

Banse befasste sich dann mit den Bedingungen netzbasierter Kommunikation. Die Spezifika der Netzkommunikation, die man anhand einzelner Faktoren wie Anonymität, Selbstentgrenzung, Interaktivität, Optionalität, Technizität analysieren und darstellen kann, verdeutlichen, dass hier ein Möglichkeitsraum von unterschiedlichen, vielfältigen Identitätsexperimenten und Vergemeinschaftungsformen entstanden sei, ein Orientierungs- und Handlungsraum, der sich grundlegend von demjenigen einer massenmedial kommunizierenden Gesellschaft mit ihren repräsentativen politischen Strukturen und Problemstellungen unterscheidet. Besonders zu erwähnen sowie zu untersuchen seien die Potenziale hinsichtlich

- der Prozesse der Vergemeinschaftung;
- der Herausbildung von kulturellen Identitätsprozessen;
- der individuellen Selbstentfaltung (mit erweiterten Partizipationsmöglichkeiten).

Nicanor Ursua Lezaun (Universität des Baskenlandes) beschäftigte sich in seinem Vortrag „Identität, Gemeinschaft und Nation in der Netzwerkgesellschaft“ mit der Fragestellung, wie weit die Internetkommunikation zur Herausbildung eines spezifischen Typs von Identität beiträgt und werden Gemeinschaftsbildung und Nation als wesentliche Bestimmungsgrößen von Identitätsbildung durch das Internet ergänzt oder eventuell sogar ersetzt. Ausgehend von einer Analyse der Bedeutung der gesellschaftlichen Funktionsbestimmung der Identitätsbildung anhand psychologischer, soziologischer und anthropologischer Literatur zeigte er, dass es nötig ist, von einer integrierenden Betrachtungsweise des Identitätsbegiffs auszugehen, um die Kommunikations- und Interaktionsprozesse im Internet zu erfassen. Identitätsbildung wird auf der Mikroebene durch psychologische Faktoren, auf der Mesoebene durch organisatorische Strukturen und auf der Makroebene(Gesellschaft) durch Leitbilder wie Heimat, Nation usw. konstituiert. Am Beispiel einer empirischen Studie von M.Castelles/I.Tubella „La sociedad red en Catalunya“ (veröffentlicht in http://www.uoc.edu/in3/pic/esp/pic1.htm) wies er auf zwei wichtige Befunde hin: Erstens, regionale Identitäts- und Zugehörigkeitsgefühle (katalonische Identität) werden eher durch die Faktoren Familie und Territorium beeinflusst als

durch Sprache und Kultur. Besonders bei den Jugendlichen scheine das Bewusstsein einer eigenständigen katalonischen Identität an Bedeutung zu verlieren. Sie orientierten sich viel stärker an universalistischen Kriterien wie persönliche Autonomie, Konkurrenz, Individualität. Zweitens, im Vergleich zur Gesamtbevölkerung in Katalonien benutzt die Gruppe, die sich bewusst als Katalonier fühlen, häufiger das Internet als die Indifferenten, am häufigsten werde das Internet jedoch von denen genutzt, die jung sind und sich an universalistischen Kriterien orientieren. Zwischen der Ausbildung regionaler Identität und Internetnutzung gebe es keine eindeutigen Beziehungen.

Andoni Alonso (Universität Exdremadura) konnte leider selbst nicht an der Tagung teilnehmen, hatte aber ein Papier „Republicanism, Identity and the Internet“ eingereicht, in dem er nach den Veränderungen der politischen Kommunikation durch das Internet fragte. Er zeigt an vier Problemfeldern: Information und Zugang, demokratische Modelle im Internet, neue Rechte im Internet und virtuelle Gemeinschaften auf, dass eine neue Technologie (Internet) nicht schon automatisch die Lösung politischer und organisatorischer Probleme mit sich bringt. Ebenso notwendig sei es, die Potenziale der Technologie für neue Formen der politischen Kommunikation zu nutzen, da sich zum einen die Einstellungen der Bürger in Bezug auf Politik ändern müssten, zum anderen sei es aber genau so wichtig, dass die Menschen die Möglichkeit erhielten, ihre eigenen sozialen Netzwerke mit Hilfe des Internets organisieren zu können. Dies setze aber voraus, dass das Digital Rights Management dafür eingesetzt wird, dass sich eine reale Zivilgesellschaft herausbildet, bei der ein freier Zugang zu der Technik und den Informationen gewährleistet ist.

In ihrem Vortrag „ Englische Sprache im Internet. Notwendigkeit oder Gefahr?“ ging *Urszula Zydeck-Bedarczuk* (Schlesische Universität Katowice) der Frage nach, wieweit mit der zunehmenden Ausbreitung des Internets Englisch als lingua franca die anderen Sprachen marginalisiere und in ihrer Identität bedrohe, da sich als gemeinsamer Internetcode vielleicht ein Mischmasch aus Englisch und Adaptionen aus den Nationalsprachen herausbilden würde. Anhand einer Analyse von Webseiten zeigte sie, dass es am Beginn des Internets in der Tat eine Dominanz des Englischen gegeben habe, mit der zunehmenden Ausbreitung des Internets als globales Kommunikationsmittel hätten die nationalen Sprachen aber quantitativ an Gewicht gewonnen (Beispiele China, Indien, Russland), so dass in Bezug auf die Sprachverwendung man keinesfalls von einer Heteronomie des Englischen sprechen könne. Es entwickele sich eine Sprachenvielfalt im Netz, wobei man jedoch sehen müsse, dass Englisch zur interkulturellen und transnationalen Kommunikation zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch die meist genutzte Sprache ist.

Hans-Joachim Petsche (Universität Potsdam) stellte den Fragebogen für eine vergleichende Studentenbefragung zu den Problemkreisen „Identität und Gemeinschaft“ sowie „Wissen und Wirtschaft“ vor. Bei der empirischen Erhebung handelt es sich um eine automatisierte, computergestützte Datenerhebung und -auswertung. Geplant ist, dass sie an acht europäischen Universitäten gleichzeitig durchgeführt werden soll. Die Befragung soll über die kulturellen Differenzen/Gemeinsamkeiten der Nutzung des Internets im Rahmen des Studiums Auskunft geben.

Gotthard Bechmann (Forschungszentrum Karlsruhe, ITAS) versuchte in seinem Vortrag „Das Internet als Kommunikationsraum – Formen, Funktion und Grenzen computervermittelter Kommunikation“ die strukturellen Merkmale der Internetkommunikation herauszuarbeiten. Die technische Nutzung von Elektrizität im Bereich der Kommunikation hat in diesem Jahrhundert zu einer Mehrzahl neuer Formen von Kommunikation geführt. Ihr zunächst letztes Stadium kann man in der Digitalisierung der Übertragungswege sehen. Das Internet spiele dabei eine paradigmatische Rolle. Mit dem Internet trete nicht eigentlich ein neues Medium ins Blickfeld, sondern die eigentliche Leistung liege im Integrationsprozess von vormals separierten Bereichen und Medien. Kennzeichnend ist das Zusammenwachsen von Computern, Telekommunikation und der klassischen elektrischen Medien (Funk, Fernsehen und Telefon), wobei die Netzwerkkommunikation den eigentlichen Kern der Innovationen darstelle. Computergestützte Kommunikation führe zu einem dramatischen Abbau natürlicher, auf dem Organismus von Menschen beruhender Schranken für die Kommuni-

kation. Nach wie vor wird zwar die Information, die Kommunikation außerhalb des technischen Netzes produziert, aber Kommunikation werde zunehmend durch das Netz vermittelt und in ihrem Zustandekommen abhängig vom Netz.

Gleichzeitig führt die computergestützte Kommunikation zu einer Explosion von Kommunikationsmöglichkeiten:

- Die neue Telekommunikation lässt noch bestehende räumliche und zeitliche Beschränkungen der Kommunikation gegen Null tendieren;
- Massen- und Individualkommunikation können über das Netz kombiniert werden;
- durch die Digitalisierung wird die beliebige Kommunikation beweglicher Bilder möglich. Es entsteht eine dichte zweite Realität;
- mit der Entwicklung intelligenter, dialogfähiger Systeme wird die Kommunikation interaktionsfähig gemacht.

Im Ergebnis wird weder die schriftliche noch die mündliche Kommunikation in Frage gestellt, sondern es würden diesen nur zusätzliche Anwendungsmöglichkeiten in der vielfältigsten Weise ermöglicht.

Zwei wesentliche Merkmale scheinen die computergestützte Kommunikation zu kennzeichnen:

- telematische Interaktivität als neue Kommunikationsform neben der Kommunikation unter Anwesenden und im Unterschied zur schriftlichen Kommunikation;
- Entkopplung sozialer Gemeinschaftsbildung vom Prinzip der räumlichen Nähe und der Simultaneität von Interaktion.

Ignacio Ayestarán (Universität des Baskenlandes, San Sebastian) ging in seinem Vortrag „Homo complex, information and community in a global ecology" von der Unterscheidung Moderne – Postmoderne aus und sah im Übergang von einer organischen, industriellen Gesellschaft zu einer polymorphen, post-fordistischen Informationsgesellschaft die wichtigste Bedingung für eine Zersplitterung kultureller Identität. Wir könnten die Entstehung eines globalen Netzwerkes von Informations- und Kommunikationsbeziehungen beobachten, in dem Kultur und Person, gesellschaftliche Strukturen und Prozesse neu organisiert und formiert werden. "Our planet is a global network of living information. Gaia is our Living Republic. *Homo complex* and *cyborgs* are their new citizens" war seine Abschlussthese.

Zoltan Galantai (Technische Universität Budapest) sah in seinem Vortrag „Virtual Identity and Real Regulations" das wirklich Revolutionäre am Internet in seiner Querschnittsfunktion. Mit dem Internet sei nicht nur die Möglichkeit gegeben, die zeitliche und räumliche Grenze der Kommunikation aufzuheben, sondern vor allem ist damit auch die Kommunikation beweglicher Bilder und dank der Digitalisierung deren unbegrenzte Manipulation verbunden. Damit stelle sich das Problem, wie der Einzelne auf die elektronischen Produkte (Spiele, Bildkommunikation) reagiert, wenn sie immer realistischer werden und sich kaum von der photographierten oder gefilmten Realität unterscheiden lassen. Hinter jedem Photo, hinter jedem Film verberge sich immer noch eine eigenständige Realität, während die digitalisierte Kommunikation reines Produkt eines Programms darstelle. Je menschlicher „ the puppets of the internet" werden, umso weniger würden wir menschliche und digitalisierte Kommunikation im Internet von einander unterscheiden können. Galantai endete mit einem Zitat von Patrick Olivier: „If we can produce avatars that convincingly behave like people, that look like people, and hopefully can actually perform tasks better than people, there's no reason why people won't accept avatars."

Tadeusz Miczka (Schlesische Universität Katowice) wies in seinem Vortrag „The Globalization of National and Cultural Identity" darauf hin, dass in der heutigen Welt der Globalisierungsprozess und die damit verbundene Umwälzung von Kommunikationsprozessen die wichtigsten Entwicklungen sind, die die kulturelle Identität betreffen. Miczka sieht im Internet sowohl die Triebkraft dieses Prozesses als auch den Raum für die Konstituierung von neuer Freiheit (schrankenlose Kommunikation). Als wichtigste Folge der weltweiten Entbindung der Kommunikation machte er die Entstehung einer Weltkultur aus, die nicht mehr in den einzelnen nationalen oder lokalen Kulturen gegründet ist, die noch Identitätsstrukturen ausbilden konnten, sondern die sich entwickelnde globale Kultur steht im direkten Gegensatz zu den klassischen Kulturen und meint nur noch den umfassenden Kommunika-

tionsvorgang als solchen. Insofern geraten nationale und lokale Kulturen in Streit mit der globalen Kultur, die im Prinzip alle Identitätsbildung in kontingente Kommunikation auflöst.

Bogdan Zeler (Schlesische Universität Katowice) befasste sich mit „Literatur als Bestimmung (polnischer) Volksidentität und globaler Identität in der Zeit des Internets“. Er zeigte die Bedeutung der Bildung einer Nationalliteratur im 19. Jahrhundert für das entstehende polnische Nationalbewusstsein auf und wie durch die Identifikation mit der Literatur, aber auch in der Literatur selbst Bedingungen für eine Volksidentität geschaffen worden sind. Erst dadurch war es für Polen möglich, Selbstfindungsprozesse einzuleiten und über eine gemeinsame Sprache eine kulturelle Identität auszubilden. Dieser Bezugspunkt scheint heute durch die Globalisierungsprozesse und insbesondere durch den massenweisen Zugang zum Internet in Gefahr zu sein. Literatur werde nicht mehr als Nationalliteratur wahrgenommen, sondern im steigenden Maß nur noch als Weltliteratur. Gleichzeitig habe sie aber auch ihre Funktion für die Bildung von Gemeinschaftsbewusstsein verloren und werde durch die elektronischen Medien marginalisiert, wobei diese immer stärker ein diffuses Weltgefühl verbreiteten, das die nationalen Grenzen transzendiert.

Das Symposium wurde mit der Vorstellung eines Forschungsantrages an die European Science Foundation von *Andreas Metzner-Szigeth* (Universität Münster) „Proposal for the European Science Foundation in order to support an Exploratory Workshop on Computer-Mediated Communication and European Cultural Diversity” beendet. Der Workshop ist für Mitte 2005 geplant. Er soll drei Themen gewidmet werden: der Wechselwirkung von kultureller Transformation und digitalisierter Kommunikation, neuen Mustern von Identitäts- und Gemeinschaftsbildung im Internet und ihrer kulturellen Bedeutung sowie die Bedeutung der computer-mediatisierten Kommunikation für die kulturelle Diversität und Integration Europas.

Der nächste Workshop des CULTMEDIA-Netzwerkes findet vom 1.10 - 3.10. 2004 in Budapest statt. Ab Herbst 2004 wird im trafo-Verlag, Berlin, die CULTMEDIA-Publikationsreihe gestartet.

« »

ANKÜNDIGUNGEN / EVENTS

Ubiquitous Computing – Leben und Arbeiten in der „smarten“ Welt

Ringvorlesung aus der Reihe Technikfolgenabschätzung

Universität Stuttgart, Sommersemester 2004

Die Vorlesungsreihe steht unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Dieter Spath, Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement der Universität Stuttgart, in Zusammenarbeit mit dem Studium Generale der Universität. Die Vorlesungen finden jeweils dienstags von 15.45 - 17.15 statt, **Beginn ist Dienstag, der 20. April 2004**.

Dienstag, 20. April 2004

Prof. Dr.-Ing. Dieter Spath: „Ubiquitous Computing – Leben und Arbeiten in der ‚smarten’ Welt“

Dienstag, 27. April 2004

Dr. rer. soc. Josephine Hofmann: „Telemanagement in virtuellen Organisationen“

Dienstag, 4. Mai 2004

Dr. phil. Michael M. Zwick: „Wie umstritten ist der Mobilfunk? Zur gesellschaftlichen Wahrnehmung einer Alltagstechnik“

Dienstag, 11. Mai 2004

Dr. phil. Barbara Klein: „E-Health – Mobilkommunikation im Gesundheitswesen“

Dienstag, 18. Mai 2004

Prof. Dr. phil. habil. Christoph Hubig: „Chancen und Risiken einer Veränderung unserer Wirklichkeitsbezüge in intelligenten Umwelten“

Dienstag, 25. Mai 2004

Dr.-Ing. Edwin Vogt „Wearable Computing – Teil eines Weges in die ‚smarte Welt'"

Dienstag, 8. Juni 2004

Dr. phil. nat. Christian Becker: „'Ubiquitous Computing' – Unterstützung durch Kontextmodelle und Peer-to-Peer basierte Systemsoftware"

Dienstag, 15. Juni 2004

Dr. rer. nat. Frank Heidmann: „Usability issues of Ubiquitous Computing"

Dienstag, 22. Juni 2004

Dr. rer. nat. Werner Weber: „Ambient Intelligence – Elektronische Dienstleistungen im Informationszeitalter"

Dienstag, 29. Juni 2004

Dipl.-Inf. wiss., Dipl.-Betriebswirt Alexander Greisle: „OFFICE 21® – Zukunft der Arbeit. Gestaltung von Ubiquitous Computing für die Arbeitswelt von morgen"

Dienstag, 6. Juli 2004

Dr.-Ing. Michael Beigl: „Einsatzmöglichkeiten ubiquitärer Informationstechnologien im kontextsensitiven Environment"

Weitere Informationen

Dipl.-Kfm.t.o. Götz Schwammekrug
Fraunhofer IAO
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart
Tel.: +49 (0) 711 / 970 - 20 28
Fax: +49 (0) 711 / 970 - 22 99
E-Mail: goetz.schwammekrug@iao.fraunhofer.de
Internet: http://www.iao.fhg.de/; http://www.iat.uni-stuttgart.de/TA.html

»

Fernstudien-Angebote zu Umweltthemen

Universität Koblenz-Landau, Wintersemester 2004/05

Die vom *Zentrum für Fernstudien und Universitäre Weiterbildung der Universität Koblenz-Landau* seit Jahren angebotenen Fernstudien- und Weiterbildungsmaßnahmen aus dem Umweltbereich erfreuen sich einer zunehmenden Nachfrage innerhalb der Angebote wissenschaftlicher Weiterbildung deutscher Hochschulen. Nachdem im vergangenen Wintersemester 80 TeilnehmerInnen aus dem gesamten Bundesgebiet zwei parallele Kurse zur Europäischen Wasserrahmenrichtlinie besucht haben, ist im Sommersemester 2004 auch der Kurs „Europäisches Umweltrecht" mit über 40 Studierenden aus Deutschland und dem europäischen Ausland vollständig ausgebucht.

Die Fortschritte in Umwelttechnologie und Umweltrecht, insbesondere wenn sie von der Europäischen Umweltpolitik geprägt werden, erweisen sich damit als nach wie vor impulsgebend für den Weiterbildungsmarkt im Umweltsektor. Neben dieser thematischen Aktualität ist der Erfolg der Koblenzer Angebote sicherlich auch im Konzept der Maßnahmen begründet: Klassische Fernstudien- und Präsenzelemente ergänzt um moderne Möglichkeiten des Online-Studiums eröffnen den TeilnehmerInnen ein hohes Maß an zeitlicher Flexibilität und räumlicher Unabhängigkeit bei der Erarbeitung der Lerninhalte.

Auch für das Wintersemester 2004/05 können sich Interessierte beim Fernstudienzentrum der Universität Koblenz-Landau wieder für diverse Programme bewerben. Der 1-semestrige Fernstudien-Kurs zur *„Europäischen Wasserrahmenrichtlinie"* wird ebenso erneut im Angebot stehen wie der abschlussorientierte, 4-semestrige Diplom- Fernstudiengang *„Angewandte Umweltwissenschaften"*. Daneben bietet die Universität anerkannte *Lehrgänge für Abfall- und für Gewässerschutzbeauftragte per Fernstudium* an. Zugangsvoraussetzung ist i. d. R. ein Hochschulabschluss einer ingenieur- oder naturwissenschaftlichen Fachrichtung, doch auch Absolventen anderer Fakultäten oder Berufstätige im

Umweltbereich ohne akademischen Grad können im Einzelfall zugelassen werden.

Anmeldeschluss für das kommende Wintersemester ist der **15. August 2004**.

(Pressemitteilung)

Weitere Informationen erteilt:

Universität Koblenz-Landau
Zentrum für Fernstudien und Universitäre Weiterbildung (ZFUW)
Postfach 20 16 02, 56016 Koblenz
Tel.: +49 (0) 261 / 287 - 15 20 oder - 15 22
Fax: +49 (0) 261 / 287 - 15 21
E-Mail: info@umwelt-studium.de oder
zfuww@uni-koblenz.de
Internet: http://www.zfuw.uni-koblenz.de/

»

Foresight Training Course 2004
Foresight Training for Practitioners and Organisers

PREST, University of Manchester, UK, June 28 - July 2, 2004

Now in its sixth year, the annual PREST Foresight training course provides an intensive, practically-oriented introduction to Foresight for those who might be involved in Foresight activities, whether as a sponsor, organiser or practitioner. Past attendees have included senior managers and practitioners from companies, intergovernmental organisations, research institutes, and government departments. The course is residential and is organised around parallel streams of lectures and practical work that enables participants to experience the relevance of each lecture and the realities of Foresight activity.

The course draws upon PREST's extensive experience of organising and researching Foresight activities across Europe and beyond. This includes direct assistance to more than a dozen countries' national Foresight exercises, close cooperation with the EC and UNIDO, and facilitating Foresight activities in public and private organisations.

The course runs over five days and covers the following main areas:

- Day 1 – thinking about the future; rationales and objectives of Foresight; introduction to Foresight methods
- Day 2 – environmental scanning; forecasting; Delphi; creative methods
- Day 3 – developing and using scenarios; fitting things together – the methods 'jigsaw'
- Day 4 – planning a foresight exercise; future technological prospects; social foresight; regional and national foresight case studies
- Day 5 – Foresight outputs, implementation, and evaluation; forum on the future of Foresight; practical session presentations

PREST teachers include Luke Georghiou, Michael Keenan, Graham May, Ian Miles, Rafael Popper, and Ozcan Saritas. PREST staff will be joined by 5-6 external speakers with distinctive Foresight experiences to relay.

Further information can be obtained from

Lisa Moore
PREST, The University of Manchester
Oxford Road, Manchester M13 9PL, UK
Tel.: +44 (0) 161 - 275 - 59 21
Fax: +44 (0) 161 - 275 - 09 23
E-Mail: Lisa.Moore@man.ac.uk

Further details of this year's Foresight Training Course at PREST, together with application form, are now available online at http://les.man.ac.uk/PREST/Teaching/Short_Courses/Foresight.html

«

International conference on technology transfer and innovation

Edinburgh, UK, June 29 - July 1, 2004

Technology transfer and innovation 2004 (tti2004), a major international conference on innovation and knowledge transfer, will take place from June 29 to July 1 in Edinburgh, UK. The event will enable innovation managers and implementers from industry, academia and the public sector to:

- view leading edge research initiatives from around the globe;
- see research ideas turned into commercial competitive advantage;
- extend networks of professional contacts and identify potential partners;
- address current issues in knowledge transfer.

The conference will feature speakers from government, industry and research, addressing daily themes such as market needs and knowledge development, the challenge of exploiting knowledge, and business in a changing environment.

(Source: CORDIS focus)

For further information, please consult the following web address:
http://www.tti-ltd.com/tti2004/

»

Conference on sustainable urban management and land use – research to application

Prague, Czech Republic, July 1-2, 2004

The European Commission's DG Research, together with the Senate of the Czech Republic, is organising a conference entitled "*Sustainable urban management and land use – from European research to application at the local level*" to take place in Prague, Czech Republic, on 1 and 2 July.

The event has two key objectives. First, to encourage the dissemination and uptake of results from Fifth Framework Programme (FP5) research projects on sustainable urban management and land use, promoting the transfer of knowledge to practitioners and policy makers alike.

Second, the conference will seek to promote participation in FP6 under the 'Global change and ecosystems' and 'Scientific support to policy' priorities, with a special focus on the ten new EU Member States, as well as the candidate countries.

(Source: CORDIS focus)

To register for the conference, please consult the following web address:
http://scic.cec.eu.int/scic/owa/WEB_MTKF.reg_form?confID=0412PRAGUE

For further information, please contact:

Mr Viorel Vulturescu
European Commission
Directorate-General for Research (office LX46-02/59), B-1049 Brussels
Tel.: +32 - 2 - 296 46 84
E-Mail: viorel.vulturescu@cec.eu.int

«

International conference on ICT in education

Samos Island, Greece, July 1 - 3, 2004

The fifth international conference on the use of information and communication technologies (ICT) in education will take place from July 1 to 3 on Samos Island, Greece.

Through a series of keynote addresses, plenary sessions, workshops, and fora, the conference will seek to address the many challenges and new opportunities presented by technological innovations in educational settings.

Conference themes will include:

- institutional and national responses to technological change;
- the architecture of learning; accessibility; the evolution of the classroom;
- intellectual property;
- ethical considerations in the use of information technology in teaching and learning.

(Source: CORDIS focus)

For further information, please consult the following web address:

http://www.ineag.gr/ICICTE/

«

Kybernetik – Geschichte einer transdisziplinären Anstrengung

Berlin, 2. - 3.Juli 2004

Ein Workshop des Berliner Stiftungsverbundkollegs der Alcatel SEL Stiftung an der HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

Alcatel SEL Stiftung

Die gemeinnützige Alcatel SEL Stiftung für Kommunikationsforschung im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft fördert seit über zwei Jahrzehnten hervorragende wissenschaftliche Arbeiten, die zur Verbesserung der Interaktion von Mensch und Technik in Kommunikationssystemen beitragen. Die Stiftung verleiht jährlich den mit 20.000 Euro dotierten „Forschungspreis Technische Kommunikation“ und vergibt jährliche Dissertationsauszeichnungen für die besten Ökonomie-Arbeiten zum Themengebiet der Kommunikationstechnik und deren Anwendungen. Mit Veranstaltungen – vom Workshop bis zu Kongressen – beteiligt sie sich intensiv an der Gestaltungsdiskussion über Neue Medien. An den Universitäten Darmstadt, Stuttgart und Dresden engagiert sich die Stiftung seit vielen Jahren mit Stiftungskollegs. Mit dem neu gegründeten Stiftungs-Verbundkolleg Berlin zum Themenbereich Informationsgesellschaft wird ein weiteres interdisziplinäres Projekt, aber auch erstmals die hochschulübergreifende Kooperation zum Themenbereich gefördert. Der Vorstand des Stuttgarter Stifterunternehmens Alcatel SEL AG setzt mit der Gründung des Verbundkollegs Berlin ein Signal für sein Engagement für die Wissenschaft am Standort Berlin.

Stiftungsverbundkolleg Berlin

Das Alcatel SEL Stiftungs-Verbundkolleg Berlin fördert die Wissenschaft im Themenbereich Informationsgesellschaft, zu dem im interdisziplinären Rahmen an den Berliner Hochschulen übergreifend Lehrveranstaltungen, Kolloquien, Vorträge, Hearings, Konferenzen und Publikationen angeboten werden.

Vortragende auf dem 1. Workshop des Stiftungsverbundkollegs zum Thema „Kybernetik – Geschichte einer transdisziplinären Anstrengung“ sind:

Prof. Dr. Dr. h.c. *Wilfried Brauer*, Technische Universität München, Informatik; Prof. Dr. *Lothar Budach*, Universität Potsdam, Informatik; Prof. Dr. *Wolfgang Coy*, Humboldt-Universität zu Berlin, Informatik; Prof. em. Dr. Dr. h.c. mult. *Günter Hotz*, Universität des Saarlandes, Informatik; Prof. Dr. *Frieder Nake*, Universität Bremen, Informatik; Prof. Dr. *Claus Pias*, Universität Essen, Medienwissenschaften; Prof. em. Dr. Dr. h.c. mult. *Günter Tembrock*, Humboldt-Universität zu Berlin, Biologie

Kontaktadresse

Alcatel SEL Stiftung
Lorenzstr. 10, 70435 Stuttgart
Tel.: +49 (0) 711 / 821 – 450 02
E-Mail: sel.stiftung@alcatel.de
Internet: http://www.alcatel.de/stiftung

Anmeldung

Um Anmeldung mit Namen und Adresse wird gebeten per E-Mail an alcatel@waste.de oder per Fax unter 030 2093 3168.

Weiteres unter:

http://waste.informatik.hu-berlin.de/Tagungen/Kyb/index.html

«

Science and Democracy Network Annual Meeting

Harvard University, Cambridge, MA, USA, July 22-24, 2004

The Program on Science, Technology, and Society at Harvard University’s John F. Kennedy School of Government will host the third annual meeting of the Science and Democracy Network on Thursday-Saturday, July 22-24, 2004.

The workshop will be organized around the following three themes:

- *Institutions*: Role of governmental and non-governmental institutions, including NGOs, corporations, international governmental organizations, scientific institutions, and the state and its agencies.
- *Citizenship and Participation*: Forms and modes of citizen mobilization and expression, including (new) social movements, new forms of participation, consumer activism, patient groups, indigenous peoples, and "liminal citizens" (endangered species, animals, embryos, and stem cells, for example).
- *Communication and Representation*: Political discourses, expert and professional discourses, mass media, visual representation, information and communication technologies, databases, identification technologies, etc.

Under each theme, priority will be given to work focusing on issues of uncertainty which have gained significance in various theoretical and practical contexts. The concept of uncertainty will be broadly construed to include work on risk, precaution, disasters, scientific or medical uncertainty and ignorance, public skepticism toward or loss of trust in experts, uncertainty in science communication, etc.

You may address your abstracts or requests to attend to

constance_kowtna@harvard.edu.

»

STILE – European conference

Measuring the Information Society

Brussels, Belgium, September 30 - October 1, 2004

With funding from the European Commission's Information Society Technology (IST) Programme in collaboration with Eurostat, the STILE project was set up to provide innovative methodologies and content for the statistical monitoring of the European labour market in the eEconomy.

This conference aims at presenting the main results from the three years' project to a broad audience of statisticians, policy makers and researchers, concerned with the issues of a better understanding and monitoring of the labour market in the New Economy. International experts are invited to reflect on the project issues from methodological, theoretical and policy perspectives, thus challenging and complementing the STILE results.

Conference topics

The core themes are:

- Labour market mobility in the old and the new economy: the hard figures
- Occupations in the Information Age: how to understand?
- Organisation panel surveys in Europe: towards more convergence
- Coding and classifications: the blind spots are mapped
- eWork: common understandings and new realities

Each topic will include:

- STILE results
- Theoretical and conceptual reflections
- Methodological contributions
- Policy views

presented by outstanding experts and stakeholders.

The conference language is **English**.

You can find the detailed programme and all practical information on the conference on the STILE website, http://www.stile.be/conference.htm.

You can also find the latest news on the STILE project in the latest issue of our project's Newsletter via our project website, http://www.stile.be/newsletters.htm.

We hope that you find it interesting and that it may stimulate you to learn more about the final results that will be presented at the conference.

For more information about the scientific programme, please contact:

Monique Ramioul
STILE project co-ordinator
Higher Institute for Labour Studies (HIVA)
Katholieke Universiteit Leuven
Atrechtcollege
Naamsestraat 63, B-3000 Leuven, Belgium
E-Mail: monique.ramioul@hiva.kuleuven.ac.be

For practical information, please contact:

Sandra Volders
Higher Institute for Labour Studies (HIVA)
Katholieke Universiteit Leuven
Atrechtcollege
Naamsestraat 63, B-3000 Leuven, Belgium
Tel.: +32 16 32 43 55
Fax: +32 16 32 43 54
E-Mail: sandra.volders@hiva.kuleuven.ac.be

»

7. UVP-Kongress

Instrumente der Umweltfolgenprüfung – Integration oder Dissonanz?

Potsdam, 6. - 9. Oktober 2004

Der Anlass

Zum 7. UVP-Kongress 2004 lädt die UVP-Gesellschaft e.V. die Fachwelt nach Potsdam ein. Angesprochen sind Angehörige der Öffentlichen Verwaltung, Vertreter der Politik, Fachleute aus Universitäten und Fachhochschulen, Fachverbänden sowie Ingenieurbüros, die in Deutschland, Österreich und den Beitrittsländern auf den verschiedenen Ebenen mit den Themen Umwelt und Planung befasst sind.

Die Themen

In Fortsetzung des sehr erfolgreichen 6. UVP-Kongresses 2002 in Hamm (Westf.) sowie früherer UVP-Kongresse in Freiburg und Dresden hat der 7. UVP-Kongress 2004 die hochaktuelle Umsetzung der SUP (Strategische Umweltprüfung)-Richtlinie zum Kernthema. Insbesondere sollen Möglichkeiten und Wege zur Verknüpfung und Abstimmung der bereits bestehenden nationalen (z. B. Landschaftsplanung in Deutschland) sowie auch internationalen (z. B. UVP und FFH (Fauna, Flora, Habitat)-Verträglichkeitsprüfung) Instrumente der Umweltprüfung mit den neuen Bestimmungen zur SUP aufgezeigt werden. Diese Zusammenführung wirft viele Fragen auf: Welche Inhalte sind auf welcher Planungsebene zu prüfen (Abschichtung)? Wie müssen die unterschiedlichen Rechtsfolgen beachtet werden? Wie steht die Landschaftsplanung zur SUP? Übernimmt der Planer selbst die SUP zu seinen Planungsinhalten? Welche Kontrollinstanzen sollten entstehen? Wie soll die Öffentlichkeit beteiligt werden?

Ein zweiter Schwerpunkt im Jahr der EU-Erweiterung liegt im Blick über die alten Grenzen nach Osten. Der diesjährige Kongress wird die Möglichkeit eröffnen, Informationsaustausch und Zusammenarbeit mit neuen Mitgliedstaaten zu intensivieren und auszubauen. Gegenseitiger Informationsaustausch ist besonders zur laufenden Umsetzung der SUP sowie den internationalen Konventionen im Umweltbereich wie Biodiversitäts-Konvention, Europäischer Landschafts-Konvention und Aarhus-Konvention von Interesse. Dabei stellt sich auch die Frage, wo Entwicklungen und Diskussionen in den Beitrittsländern, z. B. zur Öffentlichkeitsbeteiligung, auch neue Blickwinkel in den alten EU-Staaten Deutschland und Österreich eröffnen können.

Wie bei den vergangenen Kongressen werden namhafte Fachleute aus dem In- und Ausland die neuesten Entwicklungen und Tendenzen auf dem Gebiet der Umweltprüfung diskutieren. Fachleute aus dem europäischen Ausland werden zu Erfahrungen und Problemen in ihren Ländern referieren; gleichzeitig soll den Gästen aus dem Ausland Einblick in die laufenden Umsetzungsprozesse in Deutschland und Österreich ermöglicht werden.

Der Kongress wird die Themen in Plenumsvorträgen, Diskussionen und Arbeitsgruppen behandeln. Insbesondere wird in Arbeitsgruppen zu Schwerpunktthemen Gelegenheit gegeben, einen vertiefenden, fachlichen Dialog zu führen.

Während des UVP-Kongresses ist eine begleitende Posterpräsentation vorgesehen. In diesem Forum besteht für Ingenieurbüros und weitere Dienstleister die Möglichkeit, ihr Leistungsspektrum im Themenfeld Umweltprüfung vorzustellen. Darüber hinaus informieren Umweltbehörden über ihre Aktivitäten.

Kontakt

Dr. Frank Scholles
Johanna Scholz
UVP-Gesellschaft e.V.
Institut für Landesplanung und Raumforschung der Universität Hannover
Herrenhäuser Str. 2, 30419 Hannover
Tel.: +49 (0) 511 / 762 - 26 17
Fax: +49 (0) 511 / 762 - 52 19
E-Mail: uvpkongress@aol.com
Internet: http://www.uvp.de/conf04/welcome.html

»

netinforum „Klima und Energie“ 2004: Emissionshandel aktuell

München, 8. Oktober 2004

Nach der konkreten Zuteilung der Emissionsberechtigungen Ende September 2004 bietet TÜV SÜD am 8. Oktober in München das netinforum 2004 an. Das Monitoring der Emissionen ist Schwerpunkt der Fachkonferenz.

Nach dem Kabinettsbeschluss zum Nationalen Allokationsplan sind die Weichen für die Zuteilung der Emissionsberechtigungen gestellt. Die Zuteilung der Emissionsberechtigungen an die einzelnen Anlagen wird Ende September 2004 erfolgen. Die einzelnen Unternehmen wissen dann endlich, wie hoch ihr Emissionsbudget ausfällt.

Auf dieser Basis stehen wichtige strategische Entscheidungen an, wobei das Wissen um die aktuelle Datenlage zu den Emissionen eine wichtige Rolle spielen wird. Die aktuellen Entwicklungen und das Monitoring der Emissionen werden daher die Schwerpunkte des netinforum 2004 bilden.

netinform wird diese Fachkonferenz am 8. Oktober 2004 in München anbieten.

Weitere Informationen finden Sie bei „http://www.netinform.de“ im Modul „Klima und Energie“.

Anfragen zur Veranstaltung richten Sie bitte an

Klaus Nürnberger
TÜV SÜD
Westendstraße 199, 80686 München
Tel.: +49 (0) 89 / 57 91 - 27 52
Fax: +49 (0) 89 / 57 91 - 27 56
E-Mail: klaus.nuernberger@tuev-sued.de

«

Construction sector announces conference to stimulate industry-led research

Maastricht, The Netherlands, October 14-15, 2004

The European Council for Construction Research, Development and Innovation (ECFREDI), currently coordinating the EU network E-CORE, is to organise a conference to showcase recent construction projects that have benefited form innovation. The event will take place in Maastricht, the Netherlands, on 14 and 15 October.

The conference is organised in the context of increased pressure to ensure the competitiveness of the industry through research and development (R&D) and innovation, and to move the industry towards a more sustainable and knowledge based economy.

The conference will also serve as a platform for a debate on the future strategy for research and innovation in the construction sector.

ECCREDI also intends to initiate a series of workshops around Europe with a view to preparing for the Seventh Framework Programme.

(Source: CORDIS focus)

For further information, please contact:

"Building for a European Future" conference organisers
Tel.: +32 - 2 - 732 94 56
Fax: +32 - 2 - 732 03 41
E-Mail: info@b4e.org
Internet: http://www.b4e.org

»

14th edition of eChallenges

Vienna, Austria, October 27-29, 2004

The 2004 edition of eChallenges will be held in Vienna, Austria from 27 to 29 October.

e2004, aimed at showcasing European information society technology (IST) research results, will gather practitioners, researchers and government officials to review the achievements of the Fifth Framework Programme (FP5), eEurope2005 and information communication technologies (ICT) initiatives. Participants will also discuss the European Research Area (ERA) and research priorities for the future.

The themes for e2004 are:

- eBusiness - future forms of organisations,
- technology and applications;
- eGovernment services to citizens and business,
- organisational transformation,
- eWork – new working environments,
- eEurope 2005 and ICT take-up by SMEs; international collaboration on IST.

(CORDIS focus)

For more information and registration, please visit

http://www.echallenges.org/2004

or contact the event secretariat:

E-Mail: edin@adera.fr

»

Call for Abstracts / Papers

2nd Joint Research Workshop Business and Emissions Trading

Halle, Germany, November 3 - 5, 2004

Business and Emissions Trading (ET)

Emissions trading will challenge corporations in an entirely new manner. Switching environmental regulation from hierarchical to market coordination may change corporate internal decision making and processes as well as external strategies. In which ways this will take place, and if it could foster the sustainability of corporate management depends, i.a., on the concrete institutional setting of ET.

Yet such effects are poorly understood even though modeling of tradable permit systems and their comparison with other environmental instruments reaches back more than three decades. There is a need for deeper analysis within different academic fields.

Objective

The workshop is part of a three years project which intends to bring together young scientists from various backgrounds (economics/ management-/social sciences, theoretical/empirical, descriptive/explicative/prescriptive) to chart the course on new issues for corporate sustainability.

The workshop is a joint workshop with the workgroup "OR in environmental management" within the Society for Operations Research e. V. (GOR).

The workshop will provide an open and creative atmosphere to discuss new ideas and recent findings. It aims to identify research questions for future work in the field of Business and Emissions Trading.

Issues Covered

The papers may address any relevant area but participants may find guidance amongst the issues listed below:

- How does ET influence structures, processes and decision making within and between

corporations (e. g. organizational change, monitoring/reporting systems, internal markets and pricing, production planning, risk management, innovation management)?
- How can economic, management and other cultural theories (e.g. institutional/organizational, behavioural/decision/game, capital market/financial/investment, production) help in this context?
- What kind of process and product innovations are stimulated (e. g. prevention/end of pipe, emerging markets)?
- How could ET be further developed to bring the market into corporations?
- Experiences made with (former and running) ET systems and simulations.
- Case study approaches within these issues.

Young Scientists

The workshop committee particularly invites and encourages young scientists (e.g. research fellows, Dr./PhD students & fellows, post-docs, habilitation candidates, assistant/junior professors) to take part in the workshop and present a paper.

Language

The workshop will be held **in English**. All papers presented will be published in a book which will be in English, too.

Contact

Dr. Ralf Antes
Martin-Luther-University Halle-Wittenberg
Faculty of Economics
Research Unit Emissions Trading
Große Steinstraße 73, 06099 Halle (Saale), Germany
Tel.: +49 (0) 345 / 55 23 - 463
Fax: +49 (0) 345 / 55 27 - 199
E-Mail: antes@wiwi.uni-halle.de

Prof. Dr. Peter Letmathe
(Workgroup OR in Environmental Management)
University Siegen, School of Economics
Hölderlinstraße 3, 57068 Siegen, Germany
Tel.: +49 (0) 271 / 740 - 31 91
Fax: +49 (0) 271 / 740 - 27 76
E-Mail: peter.letmathe@uni-siegen.de

Further Information

http://www.wiwi.uni-halle.de/lui/bwl/umwelt/

«

Call for Papers

Sustainable Regional Development – Concepts, Systems and Methods

2nd Nordic Conference on Decision Support

Lund, Sweden, November 22 - 23, 2004

The overall aims of the conference are to describe, analyse and discuss the benefits and potentials of different concepts, approaches, methods and tools for improving the solutions and related policies in the fields of Sustainable Regional Development as well as their existing problems and challenges in the future.

The programme of the conference is divided into the following four parts. The programme starts with plenary and parallel sessions on the 22 of November including interactive poster presentations aiming at discussing the practice, benefit and potential of different concepts, approaches and methods by presenting practical oriented case studies and projects. On the second day, 2-4 workshops/crash-courses on different software-based instruments (tools) will take place followed by a final plenary session (round table).

The conference aims to attract participants from the fields of Sustainable Regional Development. International, national, regional and local experiences are all equally of interest.

The conference is open to policy-related and entrepreneurial decision makers, practitioners, researchers, students and any other persons interested in research and practice concerning Sustainable Regional Development, to stimulate the exchange of experiences, ideas and views on this subject. Participants from outside of the Nordic countries (Baltic Sea Region) are also very welcome.

Call for Papers, Presentations, Workshops (Crash-Courses) and Poster Session

The conference is focusing on the discussion of different concepts, approaches, methods and

tools to improve the policy-making-processes in the field of Sustainable Regional Development as well as their existing problems and challenges in the future. The conference is therefore focusing on Applied Science and Practice and therefore welcoming papers from practitioners and experts considering the following topics:

Sustainable Regional Development

- Concepts and Challenges in the European Perspective
- Common Visions and Strategies of the Baltic Sea Area
- Benchmark of different concepts and describing best-practice-approaches
- Concepts and methods for analysing and evaluating regional innovation and technology potentials
- Concepts and methods for analysing and optimising the existing decision-making-processes

The program will comprise plenary, parallel, poster and workshop sessions aiming at

- demonstrating the state-of-the-art in theory and application
- discussing existing problems and challenges and
- discussing the potential of different concepts, approaches, methods and instruments for improving the policy-making processes.

Submission

Papers and Abstracts may be submitted from **July 1, 2004 to September 15, 2004**.

Workshops

The Workshops are aiming at presenting and teaching different software-based instruments (tools) in the sense of practical-oriented crash-courses. Software companies and consultants are welcome to present their new innovative tools.

Proposals for workshops should be submitted using the Workshop Proposal Form found on the conference website. E-mail the completed form directly to the Workshop Chair, Franc Grimm, at info@decision-support.info

Contact

Decision Support Network Secretariat
Mr. Franc Grimm, DSN-Co-ordinator
TECHNIKZENTRUM Lübeck
Seelandstraße 3, 23569 Lübeck, Germany
Tel.: +49 (0) 451 / 39 09 - 100
Mobil: +49 (0) 175 - 433 98 68
Fax: +49 (0) 451 / 39 09 – 499
E-Mail: info@decision-support.info
Internet: http://www.decision-support.info

«

NTA1 – Erste Konferenz des Netzwerks TA
„Technik in einer fragilen Welt. Die Rolle der Technikfolgenabschätzung“

First Announcement and Call for Papers
Konstituierung des „Netzwerks TA“

Berlin, 24. - 26. November 2004

Die Konferenz „Technik in einer fragilen Welt. Die Rolle der Technikfolgenabschätzung“ will durch wissenschaftliche Analyse aktueller Entwicklungen in Wissenschaft und Gesellschaft Strategien der Technikgestaltung unter den Rahmenbedingungen einer „fragilen Welt“ aufzeigen. Der Fokus liegt dabei auf den Möglichkeiten der Technikfolgenabschätzung sowie ihre Vernetzung mit anderen Forschungsrichtungen wie Innovationsforschung und Praktischer Ethik.

Die Konferenz wird veranstaltet vom Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS, Forschungszentrum Karlsruhe, Prof. A. Grunwald) in Zusammenarbeit mit den Universitäten Bielefeld (Prof. A. Bora) und Stuttgart (Prof. O. Renn) sowie mit Unterstützung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF).

Ausführliche Informationen zu dieser Veranstaltung sind in den ITAS-News auf S. 152 enthalten.

«

International conference / First Announcement

Images of Science – New interactions between science and society

Amsterdam, The Netherlands, December 6 - 7, 2004

Science has a firmly entrenched image as isolated ivory tower. From their airy fortresses scientists appear to gaze upon the world sometimes hardly aware of the social questions their work arouses. No matter the persistent image, reality is different. Ever more scientists are realising only too well their tower is part of a world that affects them too, and are increasingly sensitive to the social consequences of their work.

Scientists are indeed receptive to the Ethical, Legal and Social Issues (often known as ELSI) related to or resulting from their activities. But how exactly do they respond? Is interaction between science and society across the various disciplines equally strong? Why have ELSI been attracting more attention over recent years? And what exactly is the role of religion and ideology in all of this?

These and other questions on the relationship between science and society are to be reviewed and discussed at the international conference "Images of Science – New Interactions between Science and Society" to be organised by the Rathenau Institute, the Social Sciences Council and the All European Academies of Science (ALLEA) in Amsterdam on 6 and 7 December 2004.

The conference is intended for scientists, politicians, policymakers and other parties interested from European Union states. In plenary sessions and workshops participants will receive an overview of developments over the past 15 years and a fresh look towards the future. Attention will be dedicated to experts' ideas, but (relative) outsiders too will be able to contribute their opinions.

The Conference is organised into the following workshop sessions:

- *Workshop 1* – Science and education in the Bologna model
- *Workshop 2* – Images of science: past and future
- *Workshop 3* – Religion and the future of science
- *Workshop 4* – Images of the mind
- *Workshop 5* – Mediating between science and society
- *Workshop 6* – Promises of science
- *Workshop 7* – Preventing harmful applications : responsibility versus possibility
- *Workshop 8* – Elsification and the E of economy

A special feature of the conference is an "Outsiders Debate", where prominent opinion-leaders with a non scientifical background will give there views on the main topics of the conference and on their relevance to ordinary people.

"Images of Science" is part of a series of events organised during the Netherlands' European Union presidency under the theme of The European Knowledge Society with the support of the Dutch Ministry of Education, Culture and Science.

Contact

Dr. Koos van der Bruggen
Rathenau Institute
PO Box 85525, 2508 CE The Hague
The Netherlands
Tel.: +31 (0) 70 342 1 542
Fax: +31 (0) 70 363 3 488
E-Mail: k.vanderbruggen@rathenau.nl
Internet: http://www.rathenau.nl

« »

Ausführlichere Informationen zu diesen Veranstaltungen sowie Hinweise zu weiteren Tagungen sind dem ständig aktualisierten "Konferenzkalender" auf dem ITAS-Server zu entnehmen (http://www.itas.fzk.de/veranstaltung/inhalt.htm)

ITAS-NEWS

NTA1 – Erste Konferenz des Netzwerks TA
Technik in einer fragilen Welt „Die Rolle der Technikfolgenabschätzung“

Berlin, 24. - 26. November 2004

First Announcement and Call for Papers
Konstituierung des „Netzwerks TA“

Die Konferenz wird veranstaltet vom Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS, Forschungszentrum Karlsruhe, Prof. A. Grunwald) in Zusammenarbeit mit den Universitäten Bielefeld (Prof. A. Bora) und Stuttgart (Prof. O. Renn) sowie mit Unterstützung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF).

Hintergrund

Die Welt wird heute als hoch differenziert, aber auch als fragil und verwundbar wahrgenommen. Viele Entwicklungen haben zu diesem Befund beigetragen. Zu den wesentlichen Gründen gehören die ökonomische Globalisierung, die Auflösung kultureller Traditionen, das Denken in Netzwerken statt in Hierarchien und die Herausforderung des menschlichen Selbstverständnisses durch die Lebenswissenschaften.

Technik hat an diesen Entwicklungen in mehrfacher Hinsicht einen erheblichen Anteil. So sind Informations- und Kommunikationstechnik eine unverzichtbare Voraussetzung der Globalisierung. Vernetzte, dezentrale und „kleine“ Technologien bilden die Speerspitze der technischen Innovationen. Ihr Netzwerkcharakter steigert Komplexität und Unvorhersehbarkeit „systemischer“ Effekte. Neue Fragen an das Selbstverständnis des Menschen kommen aus aktuellen Entwicklungen in Bio-, Gen- Nano- und Medizintechnik wie auch aus der Hirnforschung. Wissenschaft und Technik bringen bislang ungeahnte neue Möglichkeiten hervor, machen die moderne Gesellschaft aber auch verletzlich und angreifbar.

Die Fragilität der heutigen Welt ist einerseits die Folge technischer – und damit verbundener sozialer – Innovationen. Andererseits stellt sie eine wesentliche Randbedingung für die Gestaltung der Technik für die Welt von morgen dar. Aus diesen Gründen kommt der Analyse von Innovationsprozessen und der Erarbeitung und Bewertung von Handlungsoptionen für Politik und Gesellschaft eine weiter wachsende Bedeutung zu, um Felder des wünschenswerten technischen Fortschritts zu identifizieren. Angesichts vieler Diskussionen um neue Formen politischer Governance in der „fragilen Welt“ steigen die Erwartungen an Technikfolgenabschätzung und benachbarte Felder, durch Politikberatung und Begleitung gesellschaftlicher Diskurse zur Meinungsbildung und Entscheidungsfindung in Zukunftsfragen aktiv beizutragen.

Zielsetzungen

Die Konferenz „Technik in einer fragilen Welt. Die Rolle der Technikfolgenabschätzung“ will durch wissenschaftliche Analyse der geschilderten aktuellen Entwicklungen Strategien der Technikgestaltung unter den Rahmenbedingungen der „fragilen Welt“ aufzeigen. Der Fokus liegt dabei auf den Möglichkeiten der Technikfolgenabschätzung sowie ihre Vernetzung mit anderen Forschungsrichtungen wie Innovationsforschung und Praktischer Ethik.

Themenfelder

Folgende Themenfelder sollen in drei Sektionen behandelt werden:

1. *Fragilität des Individuums*:
   die Herausforderungen der „life sciences“ und der „life technologies“ für die Identität des Menschen. Inwieweit wird der Begriff der menschlichen Person selbst fragil, was bedeutet dies für die Gesellschaft und wie kann darauf reagiert werden?
2. *Fragilität der Gesellschaft*:
   auf welche Weise führt Technik direkt oder indirekt zu neuartigen gesellschaftlichen Gefährdungen und steigert die Verletzlich-

keit der Gesellschaft? Wie lassen sich frühzeitig Risiken abschätzen und Gegenmaßnahmen ergreifen?

3. *Technikgestaltung in einer fragilen Welt*: auf welche Weise beeinflusst die Diagnose einer fragilen Welt die Möglichkeiten der Technikreflexion und der Technikgestaltung heute? Wie ändern sich Risikokommunikation, das Verhältnis zu Wissenschaft und Technik sowie technikbezogene Entscheidungsprozesse?

Adressaten

Als Referenten und Teilnehmer sind Wissenschaftler und Praktiker aus folgenden Bereichen angesprochen:

- Technikfolgenabschätzung und angrenzende Felder wie Innovationsforschung, Praktische Ethik oder Innovations- und Technikanalyse;
- für das Thema der Konferenz einschlägige wissenschaftliche Disziplinen (Natur- und Technikwissenschaften einerseits, Sozial- und Kulturwissenschaften andererseits);
- Politik und Wirtschaft;
- Zivilgesellschaft (z. B. Nichtregierungsorganisationen).

Das „Netzwerk TA“

Im Rahmen der Konferenz konstituiert sich das „Netzwerk TA“. Das Netzwerk TA ist ein Zusammenschluss von Wissenschaftlern und Experten im Themenfeld „Technikfolgenabschätzung“. Das Netzwerk dient dem Ziel, Informationen auszutauschen, gemeinsame Forschungs- und Beratungsaufgaben zu identifizieren, methodische Entwicklungen zu initiieren und zu begleiten sowie den Stellenwert der TA in Wissenschaft und Gesellschaft auszubauen. Gleichzeitig dient das Netzwerk als Plattform für gemeinsame Kooperationen und Aktionen. Die (vorläufige) Adresse des „Netzwerk TA“ im Web lautet http://www.itas.fzk.de/NetzwerkTA [siehe auch den nachfolgenden „Aufruf zur Gründung eines Netzwerks TA].

TA-Nachwuchsförderung

Die Konferenz hat sich zum Ziel gesetzt, den wissenschaftlichen Nachwuchs besonders zu fördern und führt deshalb eine Postersession mit jungen Wissenschaftlern (Diplomanden, Doktoranden) durch, die auf dem Gebiet der Technikfolgenabschätzung oder zum Thema der Konferenz arbeiten.

Besondere Veranstaltungen

- Konstituierende Versammlung des Netzwerks TA am 24.11. abends
- Grundsatzvortrag Staatssekretär Wolf-Michael Catenhusen, 25.11. vormittags
- TA-Nachwuchs-Meeting (25.11. früher Abend als Postersession)

Call for Papers

Die Konferenz besteht aus eingeladenen Vorträgen, eingereichten Vorträgen und offenen Diskussionsrunden. Die Konferenzsprache ist deutsch. Englischsprachige Vorträge sind möglich.

Abstracts (max. 500 Worte) mit Angabe der Adressdaten des/der Referenten sowie der vorgesehenen Sektion (Fachsektionen 1 bis 3 nach oben genannter Aufstellung oder Nachwuchs-Postersession) können elektronisch an folgende Adresse geschickt werden: NTA1@itas.fzk.de

Verlängerte deadline für die Einreichung von Vorschlägen ist der **22. Juli 2004**.

Mitteilung über die Annahme bis Ende August. Die Zusammensetzung des für die Programmgestaltung verantwortlichen Komitees wird demnächst auf http://www.itas.fzk.de/v/NTA1 bekannt gegeben.

(Armin Grunwald)

«

Aufruf zur Gründung eines „Netzwerks TA“

Wissenschaft und Technik sind wesentliche Antriebskräfte der gesellschaftlichen Erneuerung und unerlässlich für Wohlstand, Sicherheit und Lebensqualität. Gleichzeitig stellen sich neue Herausforderungen an Politik, Wirtschaft und Öffentlichkeit, die sich aus der wissenschaftlich-technischen Entwicklung ergeben: die Anforderungen einer nachhaltigen Entwicklung, die Zunahme des Innovationstempos in vielen Bereichen, die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit von Wirtschaft und Bildungssystem, ethisch relevante Herausforderungen traditioneller Menschenbilder und Gesellschaftsentwürfe, Fragen der Globalisierung, Umwälzungen in Lebens- und Arbeitswelt, neue Mechanismen der gesellschaftlichen Meinungsbildung und Entscheidungsfindung (governance) sowie neue Wege in Wissensproduktion und Wissensverteilung. Aufgabe der Technikfolgenabschätzung (TA) ist es, derartige Fragen wissenschaftlich zu erforschen, ihren gesellschaftlichen Stellenwert zu bewerten und Problemlösungen zu erarbeiten, um Politik, Wirtschaft und Öffentlichkeit zu beraten und gesellschaftliche Meinungsbildungs- und Entscheidungsprozesse zu unterstützen.

Das „Netzwerk TA“ ist ein Zusammenschluss von Wissenschaftlern, Experten und Praktikern im breit verstandenen Themenfeld „Technikfolgenabschätzung“. Ziele des Netzwerks sind, Informationen auszutauschen, gemeinsame Forschungs- und Beratungsaufgaben zu identifizieren, methodische Entwicklungen zu initiieren und zu begleiten, sowie den Stellenwert der TA in Wissenschaft und Gesellschaft zu stärken. Gleichzeitig dient das Netzwerk als Plattform für gemeinsame Kooperationen und Aktionen sowie als Drehscheibe für den Austausch von Wissensbeständen verschiedener für die TA relevanter Forschungsrichtungen wie z. B. Ethik, Innovationsforschung, Technik- und Wissenssoziologie, Medizin sowie den Natur- und Technikwissenschaften.

Zu den Aktivitäten des Netzwerks gehören die Organisation von Informations- und Kommunikationsangeboten, z. B. durch eine eigene Rubrik in der Zeitschrift „Technikfolgenabschätzung. Theorie und Praxis“ (TA-TuP), die Errichtung einer Internet-Plattform, die Durchführung einer jährlich stattfindenden TA-Konferenz unter einem übergreifenden Thema und die organisatorische Betreuung von Arbeitsgruppen. Die Kontaktstelle des „Netzwerk TA“ befindet sich beim Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) am Forschungszentrum Karlsruhe.

Die erste Konferenz des Netzwerks TA (NTA1) wird mit Unterstützung des BMBF vom 24.-26. November 2004 unter dem Thema „Technik in einer fragilen Welt: Die Rolle der Technikfolgenabschätzung“ stattfinden. Der Call for Papers ist abrufbar unter http://www.itas.fzk.de/v/NTA1 sowie auf der Homepage des Projektträgers des BMBF für Innovations- und Technikanalysen (ITA): http://www.vdivde-it.de/.

Mit dieser Ankündigung ist die Vorphase zum Aufbau des Netzwerks eröffnet. Mitglieder im Netzwerk können Institutionen und Einzelpersonen werden. Die Mitgliedschaft ist kostenfrei.

Sollten Sie Interesse an der Mitarbeit im „Netzwerk TA“ haben oder über dessen Arbeit weiter informiert werden wollen, dann senden Sie eine E-Mail mit Ihrer Adresse an NetzwerkTA@itas.fzk.de

Die Konstituierung des „Netzwerks TA“ erfolgt im Rahmen der genannten Konferenz. Am 24. November, zu Beginn der Konferenz, wird das erste Treffen des „Netzwerks TA“ stattfinden. Dazu sind alle Interessierten eingeladen.

Erstunterzeichner im Mai 2004

Prof. Dr. Alfons Bora,
Universität Bielefeld, Institut für Wissenschafts- und Technikforschung (IWT)

Prof. Dr. Armin Grunwald,
Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)

Prof. Dr. Ortwin Renn,
Universität Stuttgart, Institut für Sozialwissenschaften, Abteilung für Technik- und Umweltsoziologie

«

Prospektive Systemanalyse – Konzepte und Verfahren

Bericht über den Helmholtz-Workshop am ITAS, 19. März 2004

Die Umstellung der Helmholtz-Gemeinschaft (HGF) auf programmorientierte Förderung hat neue strukturelle Elemente der Einbindung von Systemforschung und Technikfolgenabschätzung mit sich gebracht. Die wesentlichen Punkte sind, basierend auf den Empfehlungen eines internationalen Gutachter-Panels und des Helmholtz-Senats:

- Es wird ein integriertes Modell einer engen Kooperation zwischen Systemforschung/ Technikfolgenabschätzung (TA) und den naturwissenschaftlich-technischen Forschungsarbeiten für die gesamte HGF empfohlen, wie im Programm „Nachhaltige Entwicklung und Technik“ vorgeschlagen.
- Eine wesentliche Aufgabe für Systemforschung und Technikfolgenabschätzung wird in der Erforschung des gesellschaftlichen Umfeldes und der wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen für diese Technikentwicklungen (Kontextanalysen) als auch in der Analyse ihrer Nachhaltigkeitsrelevanz gesehen.
- Darüber hinaus wird eine verstärkte Mitarbeit von Systemforschung/TA an der Weiterentwicklung der Helmholtz-Themen und an der Identifikation von Zukunftsthemen (Foresight) empfohlen.

Zentrales Element ist also, die spezifischen Wissensbestände der Systemanalyse mit den Wissensbeständen der naturwissenschaftlich-technischen Einrichtungen zusammenzuführen, um

- die Orientierung der HGF an gesellschaftlichen Problemlagen zu verstärken,
- zur Identifikation von Zukunftsthemen beizutragen,
- die Helmholtz-Forschung besser in gesellschaftliche Debatten und Entwicklungen einzubetten und
- das „Agenda-Setting“ in der HGF auf eine möglichst robuste Wissensbasis zu stellen.

Die Umsetzung dieser Empfehlungen ist mit strategischen, konzeptionellen und methodischen Problemen konfrontiert. Zur Bestandsaufnahme und Diskussion der in der HGF verfügbaren und verwendeten prospektiven Methoden fand am 19. März 2004 der Workshop „Prospektive Systemanalyse“ am Forschungszentrum Karlsruhe statt. Das Ziel war es letztlich, die Umrisse eines Methodenbaukastens sichtbar zu machen, dessen Nutzung und Weiterentwicklung das Profil der Systemanalyse in der HGF in den nächsten Jahren mit prägen dürfte.

Beteiligt waren folgende Helmholtz-Zentren und Einrichtungen:

- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR, Abteilung Verkehrssystemanalyse, Abteilung Technikbewertung, Abteilung Flughafenwesen)
- Forschungszentrum Jülich (Programmgruppen Mensch-Umwelt-Technik/MUT und Systemforschung und Technikentwicklung/STE)
- Forschungszentrum Karlsruhe (Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse/ITAS und Zentralabteilung für technikbedingte Stoffströme im Institut für Technische Chemie/ITC-ZTS)
- Zentrum für Molekulare Medizin Berlin (MDC)
- Institut für Plasmaphysik Garching (IPP).

Vorträge wurden zu einer Fülle von Themen (Methoden und Gegenstandsbereiche) gehalten. Die folgende Liste gibt einen Eindruck von dem weiten Spektrum verfügbarer und tatsächlich genutzter Methoden: Erfahrungen mit Foresight im IuK-Bereich (Michael Rader, ITAS); Roadmapping als TA-Tool für die Nanotechnologie (Ulrich Fiedeler/Torsten Fleischer/Michael Decker, ITAS); Szenario-Methode (Cornelia Karger, MUT); Dynamische Verfahren der prospektiven Technikanalyse im Energiebereich (Wolfram Krewitt/Peter Viebahn, DLR/ITT); Entwicklungsbegleitende Bewertung neuer Verfahren (Robert Ackermann, ITC-ZTS); Komplementärer Einsatz von Stoffstromanalyse und Ökobilanz: Beispiel Recycling von Beton (Udo Jeske, ITC-ZTS); Beiträge der Forschung zu Risikowahrnehmung & Risikokommunikation für die Früherkennung von Entscheidungskonflikten (Peter Wiedemann, MUT); Modellgestützte Energiesystemanalyse (Peter Markewitz, STE); Langfristige Modellierung des globalen Energiesystems (Thomas Hamacher, IPP); Analyse der Marktentwicklungsprozesse für neue

Techniken im Energiebereich (Joachim Nitsch/ Uwe Klann, DLR); Delphi Studie Stammzellforschung (Jörg Niewöhner, MDC); Datenqualität als Querschnittsthema in der prospektiven Systemanalyse (Christian Bauer, ITC-ZTS); Modellinstrumentarium zum nachhaltigen Management von Wasserressourcen (Wilhelm Kuckshinrichs, STE); Fernerkundungs- und GIS-gestützte Ressourcen- und Infrastrukturanalyse (Franz Trieb/Stefan Kronshage, DLR).

Im Rahmen dieser Vorträge wurden nicht nur die Leistungsfähigkeit und Eignung der Methoden für bestimmte Fragen vorgestellt und diskutiert, sondern es standen gerade die Grenzen der Methoden und der sich daraus ergebende Neu- und Weiterentwicklungsbedarf im Mittelpunkt. Es bestand Übereinstimmung, dass in der bereits verfügbaren Kompetenz der Anwendung prospektiver Methoden ein wesentliches Profil der Helmholtz-Systemanalyse-Einrichtungen liegt, und dass dieses Potenzial weiter ausgebaut werden soll – sowohl für die Erfüllung der kommenden Helmholtz-internen Aufgaben als auch für die Nutzung für Helmholtz-externen Bedarf.

(Armin Grunwald)

»

FISTERA Project Enters New Phase

Following an independent review, the FISTERA project (Foresight on Information Society Technologies in the European Research Area; see TA-TuP No. 3/4, Vol. 11, November 2002, pp. 182-190 and No. 2, Vol. 12, June 2003, pp. 74-78), has slightly modified its focus and work programme.

- Instead of developing its own alternative visions of possible information or knowledge societies, FISTERA will use the Lisbon Objectives, summarised as the aim to make Europe "the most competitive and dynamic knowledge-based economy in the world by 2010, capable of sustainable economic growth, with more and better jobs and social cohesion", as a kind of normative scenario. FISTERA will explore possible paths towards this goal, seeking to identify technologies and applications needed to achieve it, pinpointing areas where Europe and the Member States of the European Union have particular opportunities, and areas where special efforts are required to avoid being left behind global developments.
- Instead of staging a series of national roadshows, the project will now include a series of workshops on information society technologies targeted at specific groups of actors (ICT specialists, actors from application areas with particular potential for IST, politicians and other policy makers, educators etc.).
- A major element in the foreseen IST forum for consensus building on future visions for the information society is to be an online Delphi study which is scheduled to be launched in June 2004.
- Greater effort is being devoted to synergy and harmonisation of the individual work packages. Due to the very ambitious original work programme, resources for exchange were severely limited, but it has been realised that exchange is essential for the consistency of the project.
- The project no longer builds only on past foresight projects in the narrow sense. While there was originally an intention to learn mainly from exercises conforming to a fairly strict definition of foresight, the definition has been slackened to include all relevant studies of a forward-looking nature. As a result, work package 1, which is being led by ITAS, will be extremely selective in its choice of studies for comparison, but emphasis will be put on studies which help to position European IST efforts within the global landscape.

These changes have been occasioned to a large extent by the aim of feeding FISTERA results into debates on the IST sections of the European Commission's seventh framework program on research and development. Results from the first phases of FISTERA have been communicated to main actors involved in these debates and have met with great interest. There would have been no real complaints if the FISTERA project had simply carried on its original program, but the obvious interest of all parties concerned from

DG INFSO to national representatives in bodies concerned with IST motivated the project team to slightly realign activities to produce results which are specifically tailored for use in science and technology policy debate.

The next events will be a series of targeted workshops, the first two addressing skills and human resources and the drivers and challenges confronting Europe on its path to the information society described in the Lisbon objectives. Further results from FISTERA will be reported in subsequent issues of this journal.

(Michael Rader)

»

ITAS-Workshop „Das integrative Konzept nachhaltiger Entwicklung in der Praxis“

Am 18. und 19. November 2004 wird ITAS im Forschungszentrum Karlsruhe einen Workshop zur Frage der Möglichkeiten und Hemmnisse einer vor allem forschungspraktischen Anwendung des im Institut federführend erarbeiteten integrativen Nachhaltigkeitskonzepts der HGF durchführen. Bei dieser auf ca. 30 TeilnehmerInnen begrenzten Veranstaltung sollen zum einen Erfahrungen aus bereits laufenden Anwendungen in Projekten – beispielsweise für Analysen auf kommunaler Ebene oder für den Unternehmensbereich – und dort ggf. vorgenommene konzeptionelle Adaptionsschritte vorgestellt und diskutiert werden. Zum anderen sollen Perspektiven für weitere Anwendungsfelder – etwa für den Bankenbereich, für Nachhaltigkeitsberichtssysteme oder für bestimmte Teilbereiche des Themenfelds Nachhaltigkeit und Technik diskutiert werden. Schließlich sollen hieraus auch Anregungen für mögliche Weiterentwicklungen des Konzepts destilliert werden.

Ein Bericht über diesen Workshop wird im November-Heft der TA-TuP erscheinen.

(Jürgen Kopfmüller)

« »

Hinweis der Redaktion

Weitere Beiträge des ITAS sind in folgenden Rubriken des Heftes zu finden:

- Torsten Fleischer, Ulrich Fiedeler und Michael Decker haben den Schwerpunkt konzipiert und eigene Beiträge dazu geliefert, ebenso wie Dagmar Oertel und Christopher Coenen von ITAS/TAB.
- Gerhard Sardemann befasst sich in einer Rezension mit der Pentagon-Studie über die Implikationen abrupter Klimaänderungen für die Sicherheit der USA und einer Studie des Kanadischen Security Intelligence Service über Klimawandel, Migration und nationale Sicherheit. Gerhard Banse stellt ein Buch zu einem „Versuch über den Menschen zwischen Artefakt und Lebewesen“ vor: Biofakte.
- Gerhard Banse berichtet über das Symposium zur „Allgemeinen Technologie“ am 14. Mai 2004 in Berlin; Ulrich Fiedeler über den US-EU Workshop zu Technology Foresight, Forecasting and Assessment Methods im Mai in Sevilla, und Gotthard Bechmann über die 2. Tagung des „European Network on Cultural Diversity and New Media“ (CULTMEDIA) im April in San Sebastian.

TAB-NEWS

TAB-Berichte im Deutschen Bundestag

Ein Rückblick auf die Beratung von TAB-Berichten in den Gremien und Ausschüssen des Deutschen Bundestages zeigt für die letzten drei Monate das folgende Bild:

- Mittlerweile abgeschlossen ist die parlamentarische Befassung mit drei Berichten: „Möglichkeiten geothermischer Stromerzeugung in Deutschland“ (Drs. 15/1835), „Militärische Nutzung des Weltraums“ (Drs. 15/1371) sowie „Gesundheitliche und ökologische Aspekte bei mobiler Telekommunikation und Sendeanlagen“ (Drs. 15/1403). Der TAB-Bericht zur „Kernfusion“ (Drs. 14/8959) steht vor der abschließenden Beratung im Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung.
- Folgende TAB-Berichte sind überwiesen und z. T. schon anberaten worden: die drei Berichte zum Projekt „Entwicklungstendenzen bei Nahrungsmittelangebot und -nachfrage“ (Drs. 15/1673, 15/1674, 15/1675), der Endbericht „Langzeit- und Querschnittsfragen in europäischen Parlamenten und Regierungen“ (Drs. 15/2129) sowie der Bericht „Biometrische Identifikationssysteme“ (1. Sachstandsbericht; Drs. 14/10005). Unter anderem hat sich auch der neu konstituierte Parlamentarische Beirat für Nachhaltigkeit auf seiner Sitzung am 27. Mai 2004 ausführlich mit dem Endbericht zu „Langzeit- und Querschnittsfragen“ auseinandergesetzt.
- Der TAB-Arbeitsbericht Nr. 92 zur „Nanotechnologie“, dessen Veröffentlichung als Bundestags-Drucksache am 12. November 2003 beschlossen wurde (Drs. 15/2713), wurde im Plenum am 06. Mai 2004 zusammen mit Anträgen aller Fraktionen diskutiert und überwiesen.
- Zwei aktuelle TAB-Berichte sind durch den Ausschuss abgenommen worden und werden als Bundestags-Drucksache veröffentlicht: der Sachstandsbericht zur „Präimplantationsdiagnostik“ und der 2. Sachstandsbericht „Biometrie und Ausweisdokumente“.

«

Öffentliche Sitzung des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung zum Thema „Biometrie“

Angesichts der Brisanz und Aktualität des 2. Sachstandsberichts des TAB zum Thema „Biometrie“ (Biometrie und Ausweisdokumente – Leistungsfähigkeit, politische Rahmenbedingungen, rechtliche Ausgestaltung; TAB-Arbeitsbericht Nr. 93) fand am 26. Mai 2004 eine öffentliche Sitzung des Ausschusses ausschließlich zu diesem Thema statt. Experten, Mitglieder des Deutschen Bundestages und Vertreter der interessierten Öffentlichkeit konnten dort in offener Form das Thema „Biometrie und Ausweisdokumente“ erörtern. Einstieg und Bezugspunkt war die Präsentation der zentralen Ergebnisse des TAB-Berichts. Die Diskussion wurde moderiert von der Ausschussvorsitzenden, Ulrike Flach, MdB. Experten vom Bundesamt für die Sicherheit in der Informationstechnik (BSI), von der Bundesdruckerei GmbH und der Bundesbeauftragte für Datenschutz hatten Gelegenheit zu kurzen Stellungnahmen. Zudem waren Vertreter der Wirtschaft, von Behörden und der Presse anwesend. Die Fraktionen machten durch ihre Fachpolitiker ihre – teilweise kontroversen – Positionen zu den Potenzialen der Biometrie als Sicherheitstechnologie und zu den damit verbundenen Herausforderungen deutlich. Die Veranstaltung sollte Sichtweisen verschiedener Akteure aus Wirtschaft, Gesellschaft und Politik in einem offenen Diskussionsraum zusammenbringen. Angesicht der großen Resonanz und der substanziellen Debatte dürfte dieses Ziel erreicht worden sein.

«

TAB-Fachgespräch im Rahmen des TA-Projekts „Reduzierung der Flächeninanspruchnahme – Ziele, Maßnahmen, Wirkungen“

In einer projektbezogenen Veranstaltung am 06. Mai 2004 im Deutschen Bundestag berichteten zunächst Vertreter von drei mit Gutachten beauftragte Institutionen über ihre Ergebnisse. Gemeinsamer Bezugspunkt war der relativ einvernehmlich diagnostizierte Umstand, dass die Neuinanspruchnahme von Flächen in Widerspruch steht zu den Zielen einer nachhaltigen Flächenbewirtschaftung. Dabei gingen die Vortragenden – jeweils anhand ausgewählter Entwicklungen bzw. Maßnahmen – der Frage nach, wie bestimmte problematische Folgen gemildert werden könnten.

- Im Beitrag von *Prof. Dr. Hans Joachim Bürkner* und *Dipl.-Ing. Eric Tenz* vom Leibnitz-Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung (IRS) wurde gezeigt, wie sich der demografische Wandel in dieser Hinsicht auswirken könnte. Ein Ergebnis ihrer differenzierten Abschätzung der Effekte war, dass frühestens ab 2020 die Flächeninanspruchnahme demografisch bedingt sinken wird.
- *Prof. Dr. Thomas Gawron* vom Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle (UFZ) nahm die interkommunale Kooperation unter die Lupe. Zwar lässt sich dem Instrument ein gewisses Potenzial zuschreiben, dies aber nur, wenn zahlreiche Voraussetzungen erfüllt sind – u.a. die Präzisierung und Schärfung von Zielsetzungen mit einer gewissen Verbindlichkeit für die Beteiligten.
- Danach eröffneten *Prof. Dr. Clemens Fuest* und *Dipl.-Volkswirt Michael Thöne* vom Finanzwissenschaftlichen Forschungsinstitut an der Universität Köln (FiFo) dem Auditorium Einblicke in die möglichen Lenkungseffekte von Kommunalsteuern. Hier gab es ein vorsichtiges Plädoyer für eine ökologisch reformierte Grundsteuer.

Wie schätzen die einschlägig tätigen Verbände und Interessengruppen den Einsatz der unterschiedlichen Lenkungsinstrumente ein? Die Projektleiterin, *Dipl.-Ing. Juliane Jörissen* (ITAS/TAB), gab anschließend einen Einblick in die Resultate einer Befragung ausgewählter Verbände, die das TAB im Rahmen des Projekts durchgeführt und ausgewertet hatte.

Alle Beiträge wurden von den anwesenden Experten, Parlamentariern und Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Fraktionen angeregt kommentiert und diskutiert. Die dabei gewonnenen Einsichten und Anregungen werden in die weitere Arbeit eingehen.

«

Neue Veröffentlichungen im Buchhandel

„Entwicklungstendenzen bei Nahrungsmittelangebot und -nachfrage. Eine Basisanalyse“ (Autoren: Rolf Meyer, Arnold Sauter), Deutscher Fachverlag, Edition Agrar, Frankfurt a.M. 2004 (Berichte des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag [TAB]), 392 S., € 52,00, ISBN 3-87150-853-5
Die Studie bietet einen umfassenden Überblick zur Entwicklung bei Angebot und Nachfrage von Nahrungsmitteln, indem sie das komplexe Ganze aus verschiedensten Blickwinkeln untersucht und die unterschiedlichen Perspektiven integriert. Behandelt werden ökonomische, soziale und kulturelle, technische sowie rechtliche und politische Entwicklungen.

„Nahrungsmittelqualität der Zukunft – Handlungsfelder und Optionen“ (Autor: Rolf Meyer), Deutscher Fachverlag, Edition Agrar, Frankfurt a.M. 2004 (Berichte des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag [TAB]), 287 S., € 52,00, ISBN 3-87150-854-3
Die Untersuchung analysiert Begriff und Inhalt von Nahrungsmittelqualität angesichts zunehmend arbeitsteiliger und damit unübersichtlicherer Prozesse bei Nahrungsmittelproduktion, -verarbeitung und -vermarktung. Aufgezeigt werden Wege zur nachhaltigen Förderung der Produktion von qualitativ hochwertigen Lebensmitteln in einem umfassenden Sinn.

„Regionalität von Nahrungsmitteln in Zeiten der Globalisierung“ (Autoren: Arnold Sauter, Rolf Meyer) Deutscher Fachverlag, Edition Agrar, Frankfurt a.M. 2004 (Berichte des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deut-

schen Bundestag [TAB]), 167 S., € 42,00, ISBN 3-87150-855-1
Möglichkeiten und Grenzen einer Stärkung der regionalen Nahrungsmittelproduktion und -vermarktung werden vor dem Hintergrund politischer und ökonomischer Rahmenbedingungen und Entwicklungen in Deutschland, Europa und weltweit betrachtet. Schwerpunktmäßig werden die Vertriebswege im „konventionellen“ Lebensmittel-Einzelhandel sowie die Nutzung der geschützten europäischen Herkunftszeichen untersucht.

„Der aufgeklärte Verbraucher – Verbesserungspotenziale der Kommunikation über Nahrungsmittel“ (Autor: Rolf Meyer), Deutscher Fachverlag, Edition Agrar, Frankfurt a.M. 2004 (Berichte des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag [TAB]), 134 S., € 42,00, ISBN 3-87150-856-x
Der Band bietet einen Überblick zur obligatorischen und freiwilligen Kennzeichnung von Lebensmitteln sowie zu nicht warenbegleitenden Formen der Verbraucherinformation. Dargestellt werden Grundformen und Motive des Informationsverhaltens sowie Möglichkeiten verbesserter Informationsangebote für Verbraucher.

„Nanotechnologie. Forschung, Entwicklung, Anwendung“ (Autoren: Herbert Paschen, Christopher Coenen, Thorsten Fleischer, Reinhard Grünwald, Dagmar Oertel, Christoph Revermann), Springer-Verlag, Heidelberg 2004, 366 S., € 99,95, ISBN 3-540-21068-7
Wegen ihres Potenzials zur grundlegenden Veränderung ganzer Technologiefelder wird die Nanotechnologie als Schlüsseltechnologie angesehen. Sie wird in naher Zukunft nicht nur die technologische Entwicklung beeinflussen, sondern auch maßgebliche ökonomische, ökologische und soziale Implikationen mit sich bringen. Deutschland hält eine Führungsposition im Bereich der Nanotechnologie hinsichtlich der Forschungsaktivitäten und Fördermittel. Die Studie stellt eine umfassende Untersuchung zu Stand und Perspektiven der Nanotechnologie dar. Den Schwerpunkt bilden die vielfältigen konkreten Anwendungen und Anwendungsideen aus den unterschiedlichsten Bereichen.

« »