



INSTITUT FÜR TECHNIKFOLGEN-ABSCHÄTZUNG

manu:script

Sicherheitsansprüche an neue Technologien – das Beispiel Nanotechnologie

Helge Torgersen

http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_07_05.pdf



OAW

Österreichische Akademie
der Wissenschaften

Wien, Juli/2007
ITA-07-05
ISSN 1681-9187

Sicherheitsansprüche an neue Technologien - das Beispiel Nanotechnologie

Helge Torgersen

Keywords

Technische Risiken, Unsicherheit, gesellschaftliche Einbettung, Nanotechnologie, converging technologies

Abstract

Neue „strategische“ Technologien finden zuweilen wenig Zuspruch bei BürgerInnen, weil in ihrer Anwendung Risiken gesehen werden, in der Vergangenheit etwa bei der Kernenergie und Teilen der Gentechnik. Manche prophezeien der Nanotechnologie ein ähnliches Schicksal wie der Gentechnik, weil es Hinweise, wenngleich wenig Gewissheit über Risiken gibt. Kann und soll man der Nanotechnologie das Schicksal der Agro-Gentechnik ersparen? Die Frage ist nicht nur, wie sicher Technologien sind bzw. was man darüber weiß, sondern was man nicht weiß, für wie (un)sicher sie gehalten und welche Anforderungen an ihre Sicherheit gestellt werden. Weil der Kontext wesentlich ist, wird Sicherheit zum Kürzel für andere akzeptanzrelevante Aspekte, nicht zuletzt für die mit Technologieentwicklung verbundenen Ziele. Führt das aus Wettbewerbsgründen unweigerlich zu einer Anpassung an die Zielvorstellungen der Technologie-Leader, allen voran der USA? Das Beispiel „Converging Technologies“ zeigt, dass eine derartige Übernahme nicht zwangsläufig erfolgen muss. Vielmehr lehrt die Erfahrung mit der Gentechnik, dass gerade die Vernachlässigung der gesellschaftlichen Einbettung zu den nun beklagten Ergebnissen führte. Daher sollte der Einbettung neuer „strategischer“ Technologien größere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Inhalt

1	Neue „strategische“ Technologien.....	3
2	Nanotechnologie – die neue Kontroverse?	5
3	Der Kontext zählt – Sicherheit als Kürzel	7
4	Probleme der Implementierung.....	8
5	Converging Technologies	9
6	Synthetische Biologie	11
7	Strategien für Europa	12
8	Visionen versus Einbettung	14
9	Literatur	16

IMPRESSUM

Medieninhaber:

Österreichische Akademie der Wissenschaften
Juristische Person öffentlichen Rechts (BGBl 569/1921 idF BGBl I 130/2003)
Dr. Ignaz Seipel-Platz 2, A-1010 Wien

Herausgeber:

Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA)
Strohgasse 45/5, A-1030 Wien
<http://www.oeaw.ac.at/ita>

Die ITA-manuscripts erscheinen unregelmäßig und dienen der Veröffentlichung von Arbeitspapieren und Vorträgen von Institutsangehörigen und Gästen. Die manuscripts werden ausschließlich über das Internetportal „epub.oeaw“ der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt:

<http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript>

ITA-manuscript Nr.: ITA-07-05 (Juli/2007)

ISSN-online: 1818-6556

http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_07_05.pdf

© 2006 ITA – Alle Rechte vorbehalten

I Neue „strategische“ Technologien

Neue Technologien, denen nicht nur von der Politik große Entwicklungsfähigkeit und hohes ökonomisches Potential zugeschrieben wird und die somit als Schlüsseltechnologien gelten, werden häufig als „strategische“ bezeichnet.¹ Abgeleitet von der militärischen Bedeutung² soll die Bezeichnung signalisieren, dass Themenführerschaft in solchen Technologien als Garant für die ökonomische Zukunftsfähigkeit einer Gesellschaft im weltweiten Wettbewerb gilt. Die Vorstellung, die dahinter steht – und die auch das offizielle Leitbild der „europäischen Wissensgesellschaft“, die es zu erreichen gilt, maßgeblich beeinflusst hat³ – läuft darauf hinaus, dass angesichts weltweiter Konkurrenz der Lebensstandard in einer Hochlohnregion nur aufrechterhalten werden könne, wenn deren technologische Kompetenz ausgebaut werde und in einer Vorreiterrolle resultiere. Das erfordere kontinuierliche Anstrengungen; umgekehrt kann gefolgert werden, dass alles, was diese Rolle gefährdet, als unmittelbare Gefahr für die Konkurrenzfähigkeit des Standorts und damit den Lebensstandard der Bürger zu gelten habe. Weil jede Gefährdung der Technologieentwicklung unmittelbar auf den einzelnen zurückschlägt, solle technologischer Wandel gleich welcher Art, aber vor allem im Bereich strategischer Technologien daher breite Unterstützung finden und gefördert werden.

Dieses Credo trifft aber nicht immer auf ungeteilte Zustimmung. Zwar sind wohl die meisten darin einig, dass Abstriche im Lebensstandard keine erstrebenswerte Option sind. Die Akzeptanz bestimmter strategischer Technologien hat sich aber in der Vergangenheit als nicht selbstverständlich erwiesen. Obwohl also in der Bevölkerung im Allgemeinen neue Technologien durchaus positiv gesehen werden, zeigten Umfragen (z. B. im Rahmen der geamteuropäischen Eurobarometer-Reihe) wiederholt, dass bestimmten Technologien, und zwar gerade manchen „strategischen“ gegenüber Vorbehalte bestehen (Bauer 1995), in der Vergangenheit etwa im Falle der Kernenergie und vor allem der landwirtschaftlichen Gentechnik (Bauer et al. 1998; Bauer/Gaskell 2002; Gaskell et al. 2003; Gaskell et al. 2006). Der Grund für den geringen Zuspruch liegt nach Auffassung vieler Experten darin, dass in der Anwendung dieser Technologien Risiken gesehen werden, über deren Existenz oder Ausmaß verschiedene Meinungen herrschen. Dabei bleibt allerdings die Frage häufig ausgeklammert, warum ausgerechnet diesen Technologien gegenüber Vorbehalte bestehen und anderen nicht, auch wenn jene möglicherweise ebenfalls Risiken beinhalten. Die Erfahrung zeigt, dass Nicht-Akzeptanz in den seltensten Fällen an das Ausmaß eines wissenschaftlich als gesichert geltenden, also „objektiven“ Risikos gebunden ist. Eine alleinige Betrachtung dieser objektiven Risiken ist also offenbar nicht ausreichend, um eine Antwort auf die Frage nach den Gründen mangelnder Akzeptanz zu geben (Slovic 1987). Dennoch stehen die – realen oder vermeintlichen – Risiken zumeist im Zentrum der Debatte. Immerhin sind es solche Risiken, die die schlagkräftigsten Argumente gegen eine Implementierung liefern können. Und wenn es keine wissenschaftlich

¹ Das Battelle-Institut in Ohio (<http://www.battelle.org/forecasts/technology2020.stm>) etwa identifizierte kürzlich die folgende Liste von 10 Technologien „that will shape business and our world over the next 20 years“: 1. Genetic-based Medical and Health Care, 2. High-power Energy Packages, 3. GrinTech (Green Integrated Technology), 4. Omnipresent Computing, 5. Nanomachines, 6. Personalized Public Transportation, 7. Designer Foods and Crops, 8. Intelligent Goods and Appliances, 9. (Technologien zur Bereitstellung von, Anm.) Worldwide Inexpensive and Safe Water, 10. Super Senses.

² Für eine Übersicht über strategische Technologien der USA im militärischen Verständnis siehe etwa <http://www.fbo.gov/spg/ODA/DARPA/CMO/BAA07-01/SynopsisP.html>.

³ Wie bekannt, hat der Europäische Rat im Jahr 2000 in Lisabon beschlossen, bis 2010 „... die Union zum wettbewerbsfähigsten und dynamischsten wissensbasierten Wirtschaftsraum der Welt zu machen – einem Wirtschaftsraum, der fähig ist, ein dauerhaftes Wirtschaftswachstum mit mehr und besseren Arbeitsplätzen und einem größeren sozialen Zusammenhalt zu erzielen.“ Siehe http://ec.europa.eu/employment_social/knowledge_society/index_de.htm.

anerkannten Daten gibt, bleibt immer noch die Frage, ob sich ein bestimmtes Risiko ausschließen lässt – mit anderen Worten, ob Unsicherheit bezüglich dieses Risikos besteht –, eine Frage, die sich wissenschaftlich nicht beantworten lässt (Torgersen 2004).

Aufgrund dieser Tatsache und der Prominenz einiger zumindest mancherorts umstrittenen Technologien sowie der Medienpräsenz der Debatte in einigen Ländern meinen nun viele Entscheidungsträger, dass die Öffentlichkeit generell risikoscheu sei und die großen (und nicht nur ökonomischen) Chancen nicht wahrhaben wolle, selbst wenn die Risiken nach den Regeln robuster Wissenschaft (auf englisch „sound science“) nicht verifizierbar seien (Heberle-Bors 1996). Diese Haltung in der Öffentlichkeit wird meist mit der Unwissenheit von Laien und deren leichter Verführbarkeit durch Nichtregierungs-Organisationen begründet, die Kampagnen führten, um in erster Linie ihre eigene Existenz zu sichern. Vor allem von Seiten der Wissenschaft und Industrie, aber auch der Politik werden Klagen laut, dass durch rational unbegründete Ängste Wettbewerbsvorteile vergeben bzw. im weltweiten Technologie-Wettlauf die Karten für den eigenen Standort verschlechtert würden (European Commission 2001).⁴

Die Frage ist nun, ob über das Schicksal neuer strategischer Technologien Aussagen möglich sind, ob diese womöglich ein ähnliches Schicksal erleiden könnten wie die umstrittene Kernenergie oder Gentechnik, und letztlich, was Entscheidungsträger tun können, um eben das zu verhindern und diesen neuen Technologien zur Implementierung zu verhelfen, um dem Wettbewerbsdruck in Zukunft standzuhalten. Im Mittelpunkt steht dabei insbesondere das Schicksal der Nanotechnologie. Die Nanotechnologie ist deswegen ein gutes Beispiel, weil sie als paradigmatisch für eine strategische Technologie gilt, der besonderes technologisches und ökonomisches Potential zugetraut wird und die daher in jüngster Zeit besondere Aufmerksamkeit erregt hat (Dietz 2004; BMBF 2004).

In der Folge sollen einige Fragen im Zusammenhang mit dem Verhältnis von Risiko und Akzeptanz diskutiert werden, einschließlich der generellen Bedeutung von Risikopostulaten. Auf der Suche nach den Ursachen für die (scheinbaren oder offensichtlichen) Akzeptanzunterschiede diesseits und jenseits des Atlantiks soll dann am Beispiel zweier anderer Entwicklungen, nämlich des Hervortretens von „Converging Technologies“ und der Entstehung einer „synthetischen Biologie“ auf unterschiedliche kulturelle Hintergründe mit Technologierelevanz eingegangen werden. Der Beitrag schließt mit einem Plädoyer für eine bessere kulturelle Einbettung neuer Technologien statt einer Kopie der betreffenden Zielvorgaben der jeweiligen technologischen Vorreiter.

Der vorliegende Beitrag geht dabei von einer vergleichenden Perspektive auf technologiepolitische Ziele aus. Er basiert auf Forschungsergebnissen des Autors und anderer, ist jedoch nicht in der Form eines wissenschaftlichen Forschungsberichts abgefasst, ebensowenig steht die disziplinäre theoretische Auseinandersetzung im Mittelpunkt. Vielmehr setzt sich der Beitrag mit technologiepolitischen Zielen und Diskursen auseinander, die in der Vergangenheit zu Kontroversen geführt haben oder in Zukunft dazu führen könnten und versucht, einige Hintergrundaspekte auszuleuchten. Das bedeutet, dass eine oder mehrere Thesen in einer Form argumentiert werden, die der besseren Deutlichkeit halber zuweilen auch Anklänge an eine essayistische Darstellung bewusst zulässt und die persönliche Interpretation des Autors nicht verleugnet. Das bedeutet nicht, dass die im Beitrag vertretenen Thesen und Behauptungen nicht belegbar wären, sondern lediglich, dass die Darstellungsweise nicht ausschließlich dem Ideal disziplinspezifischer Fachbeiträge folgt.

⁴ Die Zitierung abschreckender Beispiele unterliegt dabei Konjunktoren: In letzter Zeit wurde insbesondere auf das Schicksal der landwirtschaftlichen Gentechnik hingewiesen, die gerade in Österreich besonders wenig Akzeptanz gefunden hat, während bis Mitte der Neunziger eher die Kontroversen um die Kernenergie als paradigmatisch galten. Seit einiger Zeit scheint letztere im Zuge der Klimawandel-Diskussion wieder vermehrt Aufmerksamkeit zu finden (z. B. im Jahr 2000 im Deutschen Bundestag, siehe <http://dip.bundestag.de/extrakt/14/01/1/14011160.htm>).

2 Nanotechnologie – die neue Kontroverse?

Der Begriff Nanotechnologie bezeichnet keine in sich geschlossene Technologie, sondern weist allgemein auf technische Aktivitäten mit dem Ziel hin, Materiepartikel in einer Größe, die in Nanometern zu messen ist, gezielt herzustellen oder zu modifizieren und für die verschiedensten Zwecke nutzbar zu machen. Diesen Aktivitäten werden große Chancen prophezeit, Produkte mit sehr ungewöhnlichen Fähigkeiten zu entwickeln. Der Grund, warum gerade dieser Größenbereich im Zentrum der Aufmerksamkeit steht, liegt darin, dass Materie hier Eigenschaften annimmt, die im makroskopischen Bereich nicht zu beobachten sind. Mit anderen Worten, nicht nur die materielle Zusammensetzung eines Stoffes, sondern auch die Größe der Partikel und deren Form bestimmen die Eigenschaften. Eine derartige Strategie lässt sich nun in vielen Bereichen einsetzen; der Begriff Nanotechnologie deckt somit zahlreiche unterschiedliche Felder ab, denen aber alleamt große Chancen für die wirtschaftliche (und damit, zumindest implizit, gesellschaftliche) Entwicklung zugeschrieben werden. Ihr Einsatzbereich reicht von der Elektronik (Stichwort Miniaturisierung) über Oberflächen-Beschichtungen (der sogenannte Lotos-Effekt fällt etwa hier hinein) bis hin zu medizinischen Anwendungen (nicht zuletzt für die Aufgabe, Wirkstoffe zu transportieren und effiziente Darreichungsformen zu finden) (Paschen et al. 2003; Schmid et al. 2006).

Erste praktische Anwendungen gibt es schon, und täglich kommen weitere hinzu. Diese Tatsache hat frühzeitig Aktivitäten auf den Plan gerufen, die versuchen, Übersicht über die verwirrende Entwicklungslandschaft zu geben und die Folgen einer unkontrollierten Verbreitung abzuschätzen. Dabei hat Nanotechnologie den Endverbraucher bereits erreicht, vor allem in Konsumprodukten wie Kosmetika und Reinigungsmitteln. Gerade diese sind es aber nun, die für Unbehagen sorgen: Was, wenn hier versteckte Gefahren lauern? Wenn schon derartig neue revolutionäre Eigenschaften erzielt werden können, kennen wir alle, auch die nicht gewollten? Können wir diesen neuen Stoffen vertrauen? Sind sie ausreichend getestet? Die Technologie umfasst, wie gesagt, eine Vielzahl von Anwendungen; bei der Risikoabschätzung von nanostrukturierten Materialien nehmen allerdings ungebundene Nanopartikel wie etwa Kohlenstoff-Nanoröhrchen oder -Bälle, Metallpartikel oder Farbstoffe derzeit eine Schlüsselrolle ein. Solche Nanopartikel gab es allerdings auch schon früher, freilich nicht unter diesem Namen: Ruß etwa enthält u. a. Teilchen entsprechender Größe, und mittelalterliche Kirchenfenster verdanken ihre leuchtenden Farben Nanopartikeln, deren Existenz den damaligen Meistern unbekannt war.

Gerade weil die Eigenschaften von Nanopartikeln so sonderbar und unvorhergesehen sind, bestehen bei manchen Bedenken bezüglich ihrer Gefahrlösigkeit (ETC 2005; Friends of the Earth 2006). Grund dafür sind einige Laborversuche, die tatsächlich sehr vorläufige Hinweise auf mögliche Risiken für die menschliche Gesundheit und Umwelt ergaben, wenn auch große Unsicherheit über Wahrscheinlichkeit und Schadenshöhe herrscht (Oberdörster et al. 2004; Nordmann 2004). Das bis dato weltweite Wissen hierüber ist eben noch nicht fundiert genug, um endgültige Aussagen über gesundheitliche und ökologische Auswirkungen von bestimmten nanotechnologischen Produkten treffen zu können, zumal es ja deren viele gibt (Warheit 2004). So wurde zum Beispiel von bestimmten Nanopartikeln behauptet, dass sie mehr oder weniger ungehindert ins Hirn übertreten können, dass sie toxisch auf Zellen wirken etc., und fallweise wurden Vergleiche zwischen Kohlenstoff-Nanoröhrchen und Asbest gezogen. Robuste Ergebnisse aus groß angelegten Studien fehlen aber noch. Allgemein wird der Mangel an verlässlichen Daten zu solchen möglichen Risikoaspekten beklagt. Gefragt sind vertiefende Studien zu Einzelfragen und die genaue Betrachtung von Langzeiteffekten von nanotechnologischen Produkten z. B. auf die menschliche Gesundheit (DEFRA 2005). Aber selbst wenn es sie einmal geben sollte, bleiben generelle Aussagen über Chancen und Risiken „der“ Nanotechnologie unzulässige Vereinfachungen.

Große Rückversicherungs-Gesellschaften haben daher vor nicht allzu langer Zeit erklärt, dass sie Produkte und Prozesse der Nanotechnologie nicht versichern wollten (Nentwich et al. 2006; Lauterwasser 2005; Schmid 2002). Auch die Politik drängt angesichts der herrschenden Unsicherheit auf die Erstellung fundierter Daten und auf einheitliche Standards für Nanoprodukte; ein Vorhaben, das erst in jüngster Zeit langsam angegangen wird (EPA 2005; European Commission 2004). Alle scheinen sich davor zu fürchten, dass „etwas“ passiert – was genau, weiß man nicht, aber es ist klar, dass ein Unfall oder eine toxische Nebenwirkung als geeignet angesehen werden, das Vertrauen in die neue Technologie auf breiter Basis zu erschüttern. Man fürchtet, salopp gesagt, den Gentechnik-Effekt: Ist erst einmal der Verdacht geweckt, kommt es zum Entzug des Vertrauens in die staatliche Gefahrenabwehr, zu Misstrauen in die handelnden Akteure, insbesondere in Industrie und Forscher, zur Unterstellung der niedrigsten Absichten – bewusste Gefährdung der Bevölkerung aus Gewinnsucht – und zu weit verbreiteter Ablehnung. Paradoxiereise bereitet gerade die gebetsmühlenartige Betonung der ökonomischen Chancen dafür den Boden.

Inzwischen hat sich tatsächlich ein erster „Unfall“ ereignet, der sich aber in der Folge als Fehlalarm und weit weniger spektakulär herausgestellt hat als zunächst befürchtet. So wurde in Deutschland voriges Jahr bekannt, dass ein Reinigungsspray namens „Magic Nano“ lungentoxisch wirke (Giftinformationszentrum Nord 2006). Es stellte sich heraus, dass das Produkt außer im Namen nichts mit Nano zu tun und die Toxizität andere Ursachen hatte. Die Reaktion in Deutschland war verhaltener als erwartet, aber die Sache schlug auch in Großbritannien und den USA mediale Wellen – was die herrschende Nervosität verdeutlichte.⁵ Auf lokaler Ebene demonstriert ein Beispiel aus Grenoble tatsächlich Konfliktpotential. Dort kämpften lokale Bewegungen gegen die Errichtung eines Nanotechnologie-Schwerpunktes im Umfeld der Universität, und man konnte durchaus das Graffiti „NoNano“ auf Hauswänden sehen.⁶ Wer weiß, ob nicht in Zukunft irgendeine international agierende technikkritische Organisation sich dieses Motto auf die Fahnen schreibt und mit entsprechender Medienunterstützung als Verstärker der Risikowahrnehmung agiert? Eine solche Entwicklung – genannt Risiko-Amplifikation (Renn 1992) – hat bereits öfters einer Technologie gehörig zugesetzt.

Derzeit dürften die Befürchtungen, dass es zu einer öffentlichen Erregung kommen könnte, in den meisten Ländern allerdings übertrieben sein, denn der Begriff Nanotechnologie wird eher positiv assoziiert und, wie das erwähnte Beispiel des Reinigungsmittels gezeigt hat, sogar als Werbegag eingesetzt. Das Thema „Nano-Risiko“ hingegen ist in der Öffentlichkeit wenig präsent und es gibt auch kaum internationale Akteure, die es befördern. Dennoch haben nationale und internationale Organisationen sich in verstärktem Maß mit dem Problem auseinandergesetzt, nicht nur um tatsächliche Unfälle und Personenschäden zu vermeiden, sondern gerade auch um die beschriebene Situation der Risiko-Amplifikation nicht eintreten zu lassen. Man versucht, mithilfe von Normen und Strategien zur Risiko-Minimierung der Problematik Herr zu werden (DEFRA 2005; European Commission 2005a). Dabei geht es in erster Linie um die technische Seite, also um die Abschätzung und Verringerung des technischen Risikos, verstanden als Eintrittswahrscheinlichkeit multipliziert mit der Schadenshöhe, wobei über die möglichen Schäden oft Unklarheit herrscht.

Auch in Österreich beginnt die Debatte langsam. Jüngste Studien der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ITA 2006) und des Joanneum Research (Sinner 2006) kommen etwa zu der Empfehlung, Maßnahmen für die Sicherheit in Forschung, Produktion und Verwendung zu ergreifen, die auf international vergleichbarem Niveau liegen. Diese Studien basieren auf Arbeiten etlicher nationaler und internationaler Organisationen, die die weltweiten Erfahrungen im Umgang mit Nano-Risiken und mit unterschiedlichen Ansätzen einer „Nano-Governance“ ausgewertet haben.

⁵ Siehe z. B. http://www.smalltimes.com/Articles/Article_Display.cfm?ARTICLE_ID=270588&p=109.

⁶ <http://www.greblog.net/index.php/tag/minatec>.

Weit gehender Konsens besteht vor allem darin, dass angesichts der wenig verlässlichen wissenschaftlichen Daten und eines möglichen Risikos vertiefende Studien zu gesundheitlichen und Umwelt-Auswirkungen – vor allem Langzeitstudien – notwendig sind. Außerdem sollte die Normierung und Regulierung von neuen Nanoprodukten international koordiniert ablaufen. Man solle also aus den Erfahrungen mit der Gentechnik lernen und nicht alte Fehler wiederholen. Hiermit ist vor allem die Tendenz zur Geheimniskrämerei gemeint – ein Problem unter anderem deswegen, weil innovative Firmen und Institute nur ungern ihre neuesten Ideen und Produkte preisgeben.

3 Der Kontext zählt – Sicherheit als Kürzel

Dennoch – reelle Gefahren frühzeitig zu erkennen und geeignete Maßnahmen zu ihrer Eindämmung zu ergreifen ist sicher eine der wichtigsten Voraussetzungen, um eine Technologie in ihrer Anwendung akzeptabel zu gestalten. Wenn auch nur der leiseste Zweifel besteht, dass diese Voraussetzung nicht gesichert ist, wird sich kaum ein ökonomischer Erfolg einstellen. Zu oft wurden in der Vergangenheit Risiken negiert oder klein geredet – die ersten Hinweise, dass Asbest krebs-erregend sein kann, gab es immerhin bereits vor dem ersten Weltkrieg (Harremoes et al. 2002). Zwar ist richtig, dass wir in unserem Alltagsverhalten oft große Risiken eingehen, ohne dass wir deswegen auf eine bestimmte technische Anwendung verzichten – man denke nur an das Autofahren. Wie aber Untersuchungen bereits in der Vergangenheit gezeigt haben, geht es nicht nur um das technisch messbare oder wissenschaftlich nachweisbare Risiko für Leib und Leben. Vielmehr spielen etliche andere psychologische Faktoren eine wesentliche Rolle in der Risikobewertung des einzelnen (Slovic 1987). Um nur einige Parameter zu nennen, sei hier etwa auf die Freiwilligkeit verwiesen, mit der ein Risiko eingegangen wird, auf die Bekanntheit des Risikos im Alltag oder auf dessen Katastrophenpotential, also auf die Möglichkeit, dass es zu immensen Verlusten an Leben und materiellen Schäden kommt, selbst wenn das vielleicht sehr unwahrscheinlich ist. Eine solche implizite Bewertung läuft zumeist unbewusst ab, ist aber deswegen nicht unsinnig, sondern mag als Produkt der Evolution aufgefasst werden, das sich bewährt hat: Was wir nicht kennen, davor nehmen wir uns zunächst einmal in Acht. Da der Umgang mit Unbekanntem und Nichtwissen im Alltag ständig erforderlich ist, ist anzunehmen, dass auch und gerade Laien über Strategien verfügen, diesen Umgang möglichst schadensarm zu gestalten. Zugespitzt könnte man behaupten, gerade der Umgang mit Unbekanntem stelle die Expertise des Laien dar. Die Einsicht, dass nicht nur die Meinung von Fachexperten relevant ist, muss daher stets im Auge behalten werden, wenn erfolgreich mit Risiko umgegangen werden soll (Klinke et al. 2006).

Die Möglichkeit der gesellschaftlichen Risiko-Amplifikation, wie sie oben kurz angerissen wurde, zeigt also, dass es nicht nur darum geht, wie sicher Technologien tatsächlich sind, wobei Aussagen darüber ja in hohem Maße davon abhängen, was man überhaupt darüber in Erfahrung bringen kann. Vielmehr geht es vor allem darum, was man nicht weiß, aber für notwendig hielt zu wissen, und für wie sicher bzw. unsicher eine Technologie und ihre Anwendungen unter diesen Umständen gehalten werden. Danach richtet sich letztlich auch, welche materiellen Anforderungen an ihre Sicherheit gestellt werden, und nicht etwa danach, welches Risiko tatsächlich nachweisbar ist.

Zunächst erscheinen solche Anforderungen trivial: eine Technologie und ihre Anwendung darf Leib, Leben und Umwelt nicht gefährden. So einfach ist das aber gar nicht, denn nähme man eine derartige Anforderung absolut, müssten zahlreiche Technologien verboten oder doch in ihrer Anwendung wesentlich eingeschränkt werden – man dürfte also sehr vieles nicht. Offenbar spielt auch der

jeweilige Kontext eine wesentliche Rolle, neben vielen anderen Faktoren vor allem die Frage, wofür denn eigentlich Sicherheitsrisiken eingegangen werden sollen, selbst wenn diese nur hypothetisch sein sollten, wenn also Unsicherheit besteht, ob es sie überhaupt gibt. Die Frage nach dem „Wofür“, also nach dem Gegenwert, lässt somit die Risiko-Minimierung und Sicherheit zum Kürzel für viele andere Aspekte werden, die für eine Akzeptanz Ausschlag gebend sind, insbesondere dann, wenn Unsicherheit herrscht, sobald man also nicht genug darüber weiß, ob ein Risiko besteht und wie groß es möglicherweise sein könnte (Torgersen et al. 2000). Derartige Kontextfaktoren können sehr unterschiedlich sein und individuelle Präferenzen abbilden. So kann etwa das Verhältnis von Risiko und Nutzen und deren gerechte Verteilung eine Rolle spielen oder die moralische Unbedenklichkeit der Technologie in ihren Anwendungen – denken wir nur an die Embryonenforschung. Weiters steht die Glaubwürdigkeit von Experten, die über das Risiko etwas aussagen, auf dem Prüfstand, und vieles mehr, was durchaus nicht spezifisch für die jeweilige Technologie ist.

4 Probleme der Implementierung

Wenn man also in Rechnung stellt, was wir aus vergangenen Technik- und Risikokontroversen wissen – wie kann man der Nanotechnologie ein düsteres Schicksal wie etwa das der landwirtschaftlichen Gentechnik in Österreich ersparen? Mit anderen Worten, was kann man aus der Erfahrung lernen, und wie sollen die Schlussfolgerungen aus diesem Lernen beschaffen sein? Soll man auf einen aufgeklärten gesellschaftlichen Prozess hoffen oder mit etablierten Public-Relation-Tools eingreifen, um mögliche Widerstände zu vermindern und die Akzeptanz der Technologie abzusichern, damit der technologische Vorsprung und damit die Wettbewerbsfähigkeit in Zukunft gesichert bleibt?

Wenn wir eine Schlussfolgerung aus den Erfahrungen mit vergangenen Technikkontroversen ziehen können, dann die, dass PR ein eher fragwürdiges Mittel ist, nicht nur im Hinblick auf den Vorwurf der Manipulation der Öffentlichkeit, sondern insbesondere in Bezug auf den Effekt: Der erwartete Erfolg bleibt oft aus (Scholderer 2000). Vielmehr kann bei mangelnder Offenheit derjenigen, die die PR betreiben, sogar gerade das Gegenteil bewirkt werden, nämlich weiterer Vertrauensverlust (Wimmer 2000), vor allem dann, wenn Kampagnen von großen Umwelt-NGOs gegen PR-Aktivitäten der Industrie anrennen – so geschehen im Fall der landwirtschaftlichen Gentechnik (Vogel 2001). Also was tun? In vielen internationalen Studien wird den verantwortlichen Entscheidungsträgern empfohlen, statt bloße Imagekampagnen zu führen lieber eine möglichst offene Diskussion zwischen Wissenschaft, Industrie und Öffentlichkeit zu initiieren, unabhängige Expertise speziell zur Risikoabschätzung aufzubauen, dabei aber auch ethische und gesellschaftliche Fragen nicht zu vernachlässigen (Norges forskningsraad 2005). Es bleibt allerdings die Frage, wie das zu bewerkstelligen sei.

In jüngerer Zeit hat man etwa versucht, die herkömmliche Top-down-Strategie der PR, wie sie in der Werbung üblich ist, durch eine Zwei-Weg-Kommunikation zu ersetzen (Menasse 2004). In Dialog-Verfahren unterschiedlichen Zuschnitts sollen Bürgerinnen und Bürger zu Wort kommen, ihre Befürchtungen und Wünsche äußern oder sogar an der Entscheidung beteiligt werden. Derartige Partizipationsverfahren, etwa das bekannte Modell der Konsensus-Konferenz, wurden als besser geeignet angesehen, eine mögliche Gefährdung einer Technologie in der öffentlichen Akzeptanz frühzeitig zu erkennen und dieser entgegen zu wirken. Allerdings lassen sich mit derartigen Verfahren sehr unterschiedliche Zwecke verfolgen. Einerseits sind sie geeignet, zumindest die Mög-

lichkeit einer Mitentscheidung zu eröffnen, andererseits lassen sich damit auch mögliche Befürchtungen besser ergründen, so dass politische oder wirtschaftliche Entscheidungsträger dann geeignete Maßnahmen zu deren Beruhigung ergreifen können. Solche Maßnahmen können substantiell in die Technikentwicklung eingreifen und damit inhaltlich der – für wie immer repräsentativ gehaltenen – Bürgermeinung entgegen kommen; sie können es aber auch bei bloßer Kosmetik oder Appeasement bewenden lassen (Nentwich et al. 2006). So hat sich gezeigt, dass die Veranstalter solcher Verfahren, damit sie gelingen, schon sehr genau wissen müssen, was sie damit bezwecken wollen und dass stets die Gefahr lauert, in ein plumpes „social engineering“ und bloße Akzeptanzbeschaffung abzugleiten, die möglicherweise nur kurzfristige Erfolge hat und dann ins Gegenteil umschlägt.

Worin besteht aber jetzt die spezifisch europäische Herausforderung in Bezug auf solche neuen, strategischen Technologien? Zum Problem der Technologie-Lücke mit den USA ist viel geschrieben worden, ebenso zum Thema Unterschiede in der öffentlichen Akzeptanz, daher soll an dieser Stelle nicht darauf eingegangen werden. Vielmehr soll ein Problem angesprochen werden, das unterschiedliche Vorstellungen davon betrifft, wie diesseits und jenseits des Atlantiks neue Technologieprojekte lanciert werden, was manchmal zu Missverständnissen Anlass gibt. Hierzu sei auf zwei Entwicklung der letzten Jahre hingewiesen.

5 Converging Technologies

Wie bekannt, ist Nanotechnologie nicht das einzige Feld, das als Bahn brechend und dementsprechend zukunftssträftig angesehen wird. Neben der Informationstechnologie und der Biotechnologie mit ihren jeweiligen zahlreichen Anwendungen gerät zunehmend auch die Kognitions- und Neurowissenschaft in den Fokus der Technikentwicklung. Gerade in letzter Zeit fällt es allerdings zunehmend schwerer, manche Entwicklungen nur einer dieser Technologien zuzuordnen – im medizinischen Bereich etwa beginnen sich die Technologien zu überschneiden, ihre Breite lässt eine Überlappung mit der jeweils anderen geradezu als unausweichlich erscheinen. Nimmt man nun in Anbetracht dessen alle diese Technikbereiche zusammen, ergibt sich etwas zumindest scheinbar Neues, wofür das Schlagwort der „Converging Technologies“ geprägt wurde (Nordmann 2004). Tritt uns nun mit der Geburt der „zusammenwachsenden“ Technologie eine neue strategische entgegen? Und gibt es in der Folge dieser Geburt bereits Diskussionen über Chancen und Risiken?

Der Begriff gründet sich zunächst auf einen visionären Bericht, den der Physiker Roco und der Soziologe Bainbridge 2002 für die US-amerikanische National Science Foundation verfasst haben (Roco/Bainbridge 2003). Darin wird ein ehrgeiziges Ziel anvisiert, nämlich nichts weniger als die (technische) Verbesserung des Menschen, auf englisch „human enhancement“. Dieses große Projekt setze voraus, dass eben verschiedene Technologien zusammenlaufen, die für ein derartiges Vorhaben als notwendig gelten, und kreierte sozusagen im Nebeneffekt die Converging Technologies. Neben der Biotechnologie und Gentechnik spielt die Nanotechnologie eine wesentliche Rolle, die die technischen Artefakte bereitstellen soll, damit die menschliche Leistungsfähigkeit in verschiedenen Bereichen etwa mittels Implantaten verbessert werden könne. Damit untrennbar verbunden sind die Neurowissenschaften, denn ohne deren Erkenntnisse seien funktionierende Interfaces z. B. zwischen Erinnerungschips und dem Hirn nicht zu erwarten.

Dieser Bericht erweckte beträchtliche Aufmerksamkeit. Offensichtlich war hier wieder einmal der Versuch unternommen worden, ein technisches Leitprojekt mit großer Aufmerksamkeit in der Scientific Community und darüber hinaus vor allem in der US-amerikanischen Politik zu entwerfen, ähnlich wie in vergangenen Zeiten das Manhattan-Projekt zum Bau einer Atombombe oder das Projekt zur Mondlandung. In der Vergangenheit hatte sich gezeigt, dass derartige Anstrengungen nicht nur zum angepeilten Ergebnis, sondern darüber hinaus zu einem Schub im Technologie-sektor geführt hatten, und offensichtlich erwartete man sich dies auch von einem Projekt zur technischen Leistungssteigerung des Menschen. Es wurde bald vermutet, dass die Vision in erster Linie ein Vehikel für die Argumentation zugunsten eines technologischen Sprunges und dessen Finanzierung diene und nicht umgekehrt, aber der Ball war losgetreten.

Während die Reaktion in den USA durchaus freundlich war, stieß dieser Bericht in Europa auf verhaltene Reaktionen (Fleischer/Decker 2005). Zwar ist das Thema Enhancement nicht neu – man denke an Arnold Gehlens Konzeption von Technik als Kompensation des Menschen als Mängelwesen (Gehlen 2003, erstmals 1940) – und wird vor allem auch im Zusammenhang mit der problematischen Beurteilung von Psychopharmaka diskutiert. Dennoch traf die Darstellung des Themas in dieser Form und mit derartigen visionären Zielen in Europa auf Kritik.⁷ Dabei steckte die Technologiepolitik in einem Dilemma: Einerseits war klar, dass in dem Plan großes technologisches Potential steckte, denn tatsächlich ließ sich nicht leugnen, dass aus der Zusammenschau der genannten Technologiebereiche durchaus Synergien zu erwarten waren und sich bereits bemerkbar gemacht hatten. Die Unterscheidung zwischen Bio- und Nanotechnologie begann tatsächlich in manchen Bereichen zu verschwimmen, die Informatik war sowieso ein ständiger Begleiter jedweder Technologieentwicklung, und angesichts der Fortschritte in der Hirnforschung würden technische Anwendungen nicht lange auf sich warten lassen. Was in Europa andererseits fehlte, war eine übergreifende Vision, um sich im Wettbewerb angemessen zu positionieren und technologisch nicht zurückzufallen.

Technische „Menschenverbesserung“ als gesellschaftliches Ziel wurde allerdings in den meisten europäischen Ländern als nicht konsensfähig eingeschätzt. Als Ergebnis der Überlegungen wurde daher das Ziel umdefiniert, ohne die technischen Grundzüge wesentlich anzutasten. Im Bericht einer Expertengruppe an die Europäische Kommission (HLEG 2004) wurde nicht mehr die Verbesserung „des“ menschlichen Hirns, sondern Verbesserungen „zugunsten“ dessen angestrebt. So sollten etwa Methoden gefunden werden, Behinderungen teilweise auszugleichen, also Sinnesprothesen zu entwickeln, die es Betroffenen ermöglichen sollten, ein normales Leben zu führen. Was freilich unter einem normalen Leben zu verstehen sei, wurde nicht thematisiert und Kritiker konnten daher letztlich wenig Unterschied in beiden Ansätzen erblicken. Immerhin wurde die europäische Version in den Rahmen des Strebens nach einer Wissensgesellschaft gestellt, während die US-amerikanische Version sich durchaus nicht scheute, auch die Erhöhung der militärischen Kampfkraft als Ziel zu postulieren – eine solche Komponente gilt als durchaus nicht anstößig und war auch früher Teil, wenn nicht wesentlicher Inhalt von technologischen Großprojekten, nicht zuletzt der Nanotechnologie (Altmann 2004).

Inwiefern betrifft nun diese Zieldebatte die europäische Forschungspolitik? In Europa gab es bisher keine dem Manhattan-Projekt oder der Mondlandung adäquate Großvorhaben, wie sie die Res-

⁷ Im HLEG Report (s. u.) wurden eingangs die wichtigsten Kritikpunkte an der Interpretation der US-NSF zusammengefasst. U.a. wurde angemerkt: „It (der sog. Roco/Bainbridge-Bericht der NSF, Anm.) fails to envision the opportunities for all mankind but rather seems to have in mind the already richer and better-adapted segments of our society, including the young, urban, socially-privileged and mobile techno-freaks who both welcome innovation and have the money to afford it. To some extent this reflects the philosophy of developing technologies in a world in which the pressure on humans to improve their performance in accordance with a set standard is increasing by the day in the economic field (as homo economicus), in the social environment (eg. by pretending eternal youth and beauty), or on the battle field.“ (HLEG 2004, 7)

sources und die Phantasie einer großen Nation wie der USA beanspruchten. Dieses Vorhaben erzielten vor allem beträchtlichen militärischen und politischen Gewinn, weniger wissenschaftliche Erkenntnisse. Insbesondere die Mondlandung wurde oft als Ergebnis einer Frontier-Mentalität dargestellt, die sich nicht scheut, das technisch Machbare ungeachtet der Umstände umsetzen zu wollen. Während sich Europa vor einem halben Jahrhundert zu solchen Anstrengungen nicht in der Lage oder willens erwies, stellt sich die Problematik im Zeitalter der Globalisierung deutlich anders: Es besteht die Erwartung, dass – vor allem in den USA – Visionen zumindest potentiell eine Dynamik erzeugen, der man sich auf Dauer nicht entziehen könne. Die naheliegende Schlussfolgerung daraus wäre, dass diejenigen, die technologisch mithalten wollen, die Entwicklungsvorgaben des Technologie-Leaders übernehmen müssten. Damit würde allerdings eine sich selbst erfüllende Prophezeiung in die Welt gesetzt, die die europäische Technologiepolitik unter Druck setzen könnte.

6 Synthetische Biologie

Das zweite Beispiel betrifft Herausforderungen, die das neue Feld der so genannten Synthetischen Biologie aufwirft (Bhutkar 2005). Dabei geht es um einen neuen ingenieurwissenschaftlichen Zugang zu lebender Materie auf der Basis der Systembiologie und Methoden der Herstellung von beliebigen DNA-Sequenzen⁸. Ziel ist, z. B. die genetische Information für bestimmte Stoffwechselwege in standardisierter Form als Bausteine zu konfigurieren und für technische Anwendungen nutzbar zu machen (Voigt 2006). Pläne bestehen auch zur Neukonstruktion von ganzen (Mikro-)Organismen, aufbauend auf einem so genannten Minimalorganismus, der nur die allernotwendigste genetische Information für sein Überleben besitzt, ansonsten aber frei „programmierbar“ ist (Glass et al. 2006). Eine weitere Stufe besteht dann in der Erstellung eines gänzlich neuen genetischen Codes, mit anderen Worten, der „Erfindung“ von neuem Leben. Dieser Zugang hat in den letzten Jahren in den USA Furore gemacht, nicht zuletzt deswegen, weil sich prominente Biotechnologen wie Craig Venter hinter diesen Ansatz gestellt haben. Es lässt sich leicht vorstellen, dass sich mit einem derartigen Programm ungeheure Möglichkeiten eröffnen, Mikroorganismen für Aufgaben einzusetzen, für die heute teure chemische Synthesen notwendig sind oder für eine hocheffiziente Energieproduktion zu nutzen. Gleichzeitig drohen auch Missbrauchsmöglichkeiten bis hin zum Bioterrorismus. Genau dieses Problem wird auch in den USA mittlerweile wahrgenommen, allerdings in einer Form, die sämtliche anderen Bedenken, etwa die bezüglich Unfällen oder ungewollter Auswirkungen von Fehlkonstruktionen mehr oder weniger verdrängt (Maurer et al. 2006). Gesellschaftlich relevante „andere“ Aspekte als ingenieurwissenschaftliche beschränkten sich – zumindest bisher – mehr oder weniger exklusiv auf den Kampf gegen den Terror, eine Sichtweise, die bei aller inhaltlichen Übereinstimmung bezüglich notwendiger Maßnahmen diesseits des Atlantiks so nicht geteilt wird. Hier stehen in den wenigen Wortmeldungen zu diesem Thema durchaus auch die klassischen Bedenken bezüglich unintendierter Effekte und der Gefahr einer Hybris der Ingenieure im Mittelpunkt (European Commission 2005b). Solche Bedenken werden von amerikanischen Protagonisten unter Hinweis auf die klassische Gentechnik häufig als lächerlich abgetan. Hingegen liegt es für Europäer nahe, die Dominanz des Themas Terrorbekämpfung vor allem auf den dominanten politischen Diskurs in den USA der letzten Jahre zurückzuführen.

⁸ <http://syntheticbiology.org>.

Das in Europa absehbare Konfliktpotential eines solchen neuen ingenieurmäßigen Zugangs zum Thema Leben dürfte, ebenso wie in der Nanotechnologie, bei den Verantwortlichen eine breite gesellschaftliche Debatte zur Absicherung der Technologie als notwendig erscheinen lassen. Zumeist wird darunter implizit verstanden, einer innovationsunwilligen Öffentlichkeit die jeweilige Technologie nahezubringen, also Public Relations. Allerdings geht mit einer öffentlichen Debatte stets die Überprüfung auf Akzeptabilität gemäß etablierter, aber meist unausgesprochener Standards einher, was sich mittels PR nicht steuern lässt. Mit anderen Worten, mit der Forderung nach einer Debatte wird gleichzeitig und implizit eine andere Forderung erhoben: nämlich die nach der Einbettung in einen kulturellen Kontext, der in etlichen Fällen der Vergangenheit die europäische Technologieentwicklung deutlich beeinflusst bzw. behindert hat (Bauer/Gaskell 2002). Diesen Kontext, der je nach Land durchaus unterschiedlich sein kann, adäquat zu erfassen und zu nutzen ist heute eine der Hauptaufgaben einer standortorientierten Politik bezüglich strategischer Technologien.

7 Strategien für Europa

Nun ist es ein Gemeinplatz, dass Europa technologisch den Anschluss nicht verpassen darf. Aber müssen europäische Entscheidungsträger deswegen allen Desideraten amerikanischer Vorgaben folgen? Oder wird damit vielleicht lediglich die spezifisch amerikanische Form der Lancierung von forschungspolitischen Prioritäten mißverstanden, ohne dass damit gesagt ist, dass deren Ziele auch in den USA allgemein gutgeheißen werden? Ungeachtet der Kritik auch in den USA zeigt das Beispiel von Projekten wie dem „human enhancement“, dass offenbar einige zum Zweck der Stimulierung technologiepolitischer Phantasie entworfene Visionen diesseits des Atlantiks nicht aufgegriffen werden können, will man nicht riskieren, dass sie – weil als unpassend empfunden – nicht konsensfähig sind.

Im Fall der landwirtschaftlichen Gentechnik, um dieses häufig zitierte Beispiel nochmals anzuführen, ergab sich für Entscheidungsträger vor mehr als einem Jahrzehnt ein Problem, das ebenfalls auf die Problematik unterschiedlicher der Technologieentwicklung zugrunde liegender Zielvorstellungen verwies oder zumindest so verstanden wurde. Damals stand – aus verschiedenen Gründen und nicht zuletzt aufgrund einer Serie von Nahrungsmittelskandalen – das europäische Modell einer auf Konsens bedachten, wenn auch in Details heftig umstrittenen Landwirtschaftspolitik ernsthaft zur Disposition. Diese Politik hatte zahlreiche länderspezifische Aspekte, wurde aber trotz anhaltender Kritik in den einzelnen EU-Mitgliedsstaaten mangels Alternativen im Wesentlichen nicht in Frage gestellt. In dieses Vakuum wurde mit dem vehementen Versuch, neue gentechnische Sorten aus den USA in Europa zu lancieren, nicht bloß eine Technik zur Produktivitätssteigerung importiert, sondern symbolisch der American Way in der Landwirtschaft oder, gravierender noch, in der Nahrungsmittelproduktion – so sahen es jedenfalls viele (Seifert 2002). Das Verhalten diverser US-Firmen tat ein Übriges, um den Eindruck der Überwältigung und damit die Katastrophe in der öffentlichen Meinung zu besiegeln. Von den Nachwehen erholte sich die europäische Agrarpolitik und insbesondere die Agrar-Biotechnologie bis heute nicht.

Gerade strategische Technologien haben einen hohen Symbolgehalt, der einerseits Investoren beflügelt und daher gepflegt wird, andererseits aber unvorhergesehene Effekte haben kann. Zudem weist dieser Symbolgehalt diesseits und jenseits des Atlantiks mitunter deutlich unterschiedliche Färbungen auf. Es empfiehlt sich jedenfalls, diesen in Rechnung zu stellen, auch wenn es um scheinbar so rationale Dinge wie Technologieförderung geht. Es hat also wenig Sinn, die amerika-

nische Form zu emulieren und große und möglicherweise kontroverse Visionen zu übernehmen, um sie dann als Zugpferd für die etwas nüchterneren Vorhaben europäischer Technologieentwicklung einzusetzen.

Technologien scheinen hierzulande eher an ihrem unmittelbaren und inkrementellen Nutzen gemessen zu werden als an ihrer Faszinationskraft als Potential; Nutznießer und deren Ziele werden leichter hinterfragt. In Europa scheint man sich selten am technologischen Traum an sich zu erfreuen, hier muss die Sache einen Sinn haben, der allgemein und für den einzelnen ersichtlich ist. So gilt zum Beispiel der Nutzen der sprichwörtlichen Teflonpfanne als zu gering, um die Kosten der Raumfahrt zu rechtfertigen. Dabei sind Europäer durchaus nicht Technikavers (Gaskell et al. 2006). Die Mobiltelefonie etwa war tatsächlich eine kleine, aber stille Revolution ohne ideologische Aufladung. Offenbar wurde das Handy als nützlich angesehen (obwohl es da und dort andere Meinungen geben mag), erstaunlicherweise in Europa weit schneller und in höherem Maße als in den USA. Dafür wird auch großzügig über Risiken hinweg gesehen, die im Vergleich mit anderen, weit stärker thematisierten (etwa in der Biotechnologie) gar nicht so klein sein mögen. Ein völlig anderer Aspekt eröffnet sich, wenn es um Grundlagenforschung und Öffentlichkeit geht. Hier steht zweifellos der Aspekt des Faszinosums im Vordergrund, wie auch der Boom an einschlägigen populärwissenschaftlichen Zeitschriften und Sendungen zeigt. Seltsamerweise wird aber gerade hier von Seiten der Politik stets die – tatsächliche oder vorgebliche – Nützlichkeit betont, wobei ein zum Teil kräftiger argumentativer Aufwand für notwendig erachtet wird.

In diesem Zusammenhang ist auch das Ziel einer technologischen Themenführerschaft als solcher in der Öffentlichkeit ebenso schwer vermittelbar wie es der Plan zur Mondlandung gewesen wäre. Erstens besteht die Gefahr, dass ein solches Ziel nicht mit dem Gemeinwohl, sondern mit Partikularinteressen verbunden wird (nach dem Motto: wir tragen das Risiko, andere verdienen). Zweitens ist ein solches Ziel zu abstrakt: Wozu dient das Vorhaben, was hat der einzelne unmittelbar davon? Das Argument der Wettbewerbsfähigkeit ist abgeleitet und wird auch als solches wahrgenommen; es entwickelt wenig Zugkraft. Allgemeine Appelle, doch bitte technikfreundlicher zu sein, weil man damit dem Standort nützt, müssen dementsprechend ungehört verhallen oder wirken höchstens naiv. Das legt eine Schlussfolgerung nahe: In Europa scheint Technikentwicklung vor allem als Mittel zum Zweck angesehen zu werden. Großartige Visionen sind entbehrlich, solange Nützlich aus der Entwicklungs-Pipeline kommt. Das Beklagen von Technikaversion erscheint so in neuem Licht: Vielleicht sind ja die Produkte nicht die richtigen, wenn sie nicht angenommen werden, und nicht die BürgerInnen zu dumm, die Segnung der Technologie und die Notwendigkeit der Standortsicherung durch Technikvorsprung, womit auch immer, zu erkennen.

8 Visionen versus Einbettung

Kehren wir zum Ausgangspunkt zurück: den Sicherheitsanforderungen neuer Technologien. Wie es scheint, sind die in Europa anders gelagert als etwa in den USA (auf andere Orte in der Welt soll hier nicht eingegangen werden). Allerdings zeigt eine nähere Betrachtung, dass sie eher dann als selektiv höher gelten, wenn in der Öffentlichkeit nicht klar ist, wozu Risiken – auch wenn sie nur hypothetisch sein sollten – übernommen werden müssen bzw. wenn damit lediglich abstrakte Ziele wie ein verbesserte Wettbewerbsfähigkeit erreicht werden sollen. Mit einem bloßen Nutzenkalkül für den Einzelnen ist es aber nicht getan,⁹ denn ein zweiter Grund für erhöhte Sicherheitsanforderungen sind Diskrepanzen zwischen den Intentionen derjenigen, die hinter der Einführung einer Technologie stehen und verbreiteten Werthaltungen und als konsensual geltenden politischen Zielen, selbst wenn der Zusammenhang zwischen einer neuen Technologie und der Verletzung solcher Desiderate bloß spekulativ sein sollte.¹⁰ Es geht also nicht um das, was Wissenschaft als real ansieht – etwa ein messbares Risiko für die menschliche Gesundheit –, sondern um das, was den Status gesellschaftlicher Realität erreicht und im politischen Diskurs verhandelt wird. Mit anderen Worten, es geht um Tabus – im Fall von gentechnischen Pflanzen wird dieser Begriff inzwischen auch von der Politik gebraucht.¹¹

Dass neue Technologien für eine weite Verbreitung möglichst wenige Risiken mit sich bringen sollen, versteht sich von selbst. Dass ein erträgliches Risikoniveau für Akzeptanz ausreichend ist, wäre hingegen eine folgenschwere Fehleinschätzung. Wenn wir diese Erkenntnis ernst nehmen, ergibt sich die Notwendigkeit, frühzeitig für eine Einbettung in den jeweiligen gesellschaftlichen Kontext zu sorgen und dies nicht erst dem Markt zu überlassen, denn dann ist es vielleicht schon zu spät. Dabei muss auch die Bereitschaft bestehen, Lösungen, die nach Ingenieurskriterien vielleicht optimal wären, den gesellschaftlichen Realitäten anzupassen.

Ideen, wie eine derartige Gestaltung von Technik aussehen könnte, wurden mehrfach entwickelt. Oft geraten solche Versuche in die Zwickmühle zwischen Orientierung an faktischen Präferenzen, wie sie empirisch in der Bevölkerung feststellbar sind und Anforderungen an Legitimation und Rationalität, wie sie sich aus theoretisch-philosophischen Postulaten und logischen Schlüssen ableiten lassen. Ein jüngerer Versuch, diese Kluft zu überbrücken stammt von Armin Grunwald, der „Kohärenz“ von technischen Praxen als Ziel gesellschaftlicher Technikgestaltung formuliert (Grunwald 2000).¹² Der Begriff umschreibt Stabilität wie Einbettung von technischen Systemen in die Gesell-

⁹ Zum Verhältnis von Risiko, Nutzen und anderen Faktoren siehe Gaskell et al. (2004).

¹⁰ Ein derartiges Ziel, das zwar in der politischen Debatte eine große Rolle spielt, aber eher eine theoretische Wunschvorstellung als ein in der Praxis verfolgtes Ziel darstellen dürfte, ist etwa eine flächendeckende, umweltfreundliche Landwirtschaft in Österreich (http://www.agrar-net.at/netautor/napro4/appl/na_professional/parse.php?id=20000%2C1037304%2C%2C).

¹¹ Der Vorschlag des Finanzministers Molterer, über gentechnische Sorten zur Energiegewinnung nachzudenken, wurde am 27.8.2007 von der Vizeobfrau der Grünen in einer Aussendung als „Tabubruch“ bezeichnet (<http://www.gruene.at/umwelt/artikel/lesen/20789/>).

¹² Grunwald geht dabei aus von der Suche nach einer Argumentationsgrundlage für Gestaltungsversuche (von Technik) in gesellschaftlicher Perspektive: „Gesellschaftliche Technikgestaltung besteht danach in Versuchen zur Herstellung von Kohärenz. Selbstbeschreibungen und –deutungen der Gesellschaft sind zwar kontingent, aber, jedenfalls in konkreten Kontexten, nicht beliebig: manche Deutungen sind „rationaler“ als andere. Rationalitätsreflexionen sind ein geeignetes Mittel, um die transsubjektive Haltbarkeit dieser Selbstdeutungen zu prüfen und somit die gesellschaftliche Perspektive gegenüber Partikularinteressen in technischen Konflikten und ihre Bewältigungsversuche einzubeziehen. Diese Nicht-Beliebigkeit von Selbstbeschreibungen und Selbstdeutungen wiederum ist wesentliche Bedingung von Stabilität und Zukunftsfähigkeit einer Gesellschaft. Kohärenz als regulative Idee hat also auch zu tun mit der Gewinnung von langfristigen Orientierungen für Technikpolitik.“ (Grunwald 2000, 280-281).

schaft am Beispiel des Autos, einem technischen System, dem Grunwald (ohne den Systembegriff zu gebrauchen) trotz bekannter, wenn auch offenbar akzeptierter Risiken hohe Kohärenz attestiert, wobei inkrementelle Gestaltbarkeit durchaus inbegriffen ist. Es geht also um die Geschichte derartiger technischer Praxen wie auch um die Zukunft, um eine Balance zwischen Trägheit und kurzfristiger radikaler Veränderung. Neue Technologien werfen die Frage auf, inwieweit sie kohärent zu etablierten Praxen sind bzw. gemacht werden können, wobei inkrementelle Veränderungen als kompatibler gelten können als radikale. „Das bislang Erreichte in der Selbstbeschreibung der Gesellschaft, in Bezug auf das technische Wissen genauso wie in Bezug auf das normative Gerüst der Gesellschaft, stellt (...) den Referenzpunkt für die Kohärenzbeurteilung von Neuem dar.“ (Grunwald 2000, 282)

Wenn man dieses Konzept etwas populärer interpretieren wollte, könnte man Kohärenz als Ausdruck des Bestrebens ansehen, durch technologische Veränderungen bedeutenden Teilen der Gesellschaft nicht den Boden unter den Füßen wegzuziehen. Es geht also um ein Verträglichmachen des Alten mit dem Neuen, um die normative und faktische Nachvollziehbarkeit von Wandel, um Orientierungen, die von vielen verstanden und geteilt werden können. Das hat ebensowenig mit oberflächlicher Akzeptanzbeschaffung wie mit Sozialtechnologie zu tun, sondern zielt auf das Verträglichmachen von Technik und dem jeweiligen gesellschaftlichen Kontext – statt lediglich der Technik einen ihr verträglichen Gesellschaftskontext zu verschaffen.

Mit Methoden, derartige Konzepte in die Praxis umzusetzen, hat sich das Feld der Technikfolgenabschätzung seit jeher befasst. In jüngerer Zeit wurden etwa partizipative Verfahren der unterschiedlichsten Art entwickelt, die einerseits divergente Präferenzen einbeziehen, andererseits Gestaltungsspielräume ausloten sollen. Derartige Methoden stehen allerdings nicht allein, sondern müssen in einen gesellschaftlichen Kontext eingebunden werden. Sie sind auch keinesfalls Ersatz für einen offenen Diskurs über Ziele, Wege und Bedingungen der Technikimplementierung, sondern gerade ein Bestandteil dessen. Es geht, wie dargelegt, nicht um einzelne schnelle gesellschaftliche „techno-fixes“ zur reibungslosen Verwirklichung technologischer Vorhaben, sondern vielmehr um die Bereitschaft auf allen Seiten, sich mit den gesellschaftlichen Bedingungen und Implikationen der Technologieentwicklung ernsthaft auseinander zu setzen und, in den Worten Grunwalds, Kohärenz zu schaffen. In Zeiten immer schnellerer Abfolge von Zyklen – vermeintlicher oder tatsächlicher – strategischer Technologien gehört diese Bereitschaft zu den vielleicht größten Herausforderungen für eine nachhaltig erfolgreiche europäische Technologiepolitik.

9 Literatur

- Altmann, J., 2004, Military Uses of Nanotechnology: Perspectives and Concerns, *Security Dialogue* 35(1), 61-79.
- Bauer, M. (Hg.), 1995, *Resistance to new technology. Nuclear power, information technology and biotechnology*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Bauer, M. und Gaskell, G. (Hg.), 2002, *Biotechnology. The Making of a Global Controversy*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Bhutkar, A., 2005, Synthetic Biology: Navigating the Challenges Ahead, *Journal of Biolaw & Business* 8(2), 19-29.
- BMBF, 2004, *Nanotechnologie erobert Märkte: Deutsche Zukunftsoffensive für Nanotechnologie*, Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung
<www.bmbf.de/pub/zukunftsoffensive_nanotechnologie.pdf>.
- DEFRA, 2005, *Characterising the potential risks posed by engineered nanoparticles. A first UK Government research report*, London: HM Government.
- Dietz, V. B., 2004, Innovations- und Technikanalyse zur Nanotechnologie, *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* Nr. 2 <<http://www.itas.fzk.de/tatup/042/diet04a.htm>>.
- EPA, 2005, *External Review Draft Nanotechnology White Paper*, Washington: U.S. Environmental Protection Agency, Science Policy Council.
- ETC, 2005, *The potential impacts of nano-scale technologies on commodity markets: the implications for commodity dependent developing countries*, Geneva: ETC Group
<<http://www.southcentre.org/publications/researchpapers/ResearchPapers4.pdf>>.
- European Commission, 2001, *Towards a strategic vision of life sciences and biotechnology – consultation document* <com2001_0454en01>.
- European Commission, 2004, *Nanotechnologies: a preliminary risk analysis on the basis of a workshop organized in Brussels on 1-2 March*
<http://europa.eu.int/comm/health/ph_risk/events_risk_en.htm>.
- European Commission, 2005a, *SCENIHR/Scientific Committee on emerging and newly identified health risks: opinion on the appropriateness of existing methodologies to assess the potential risks associated with engineered and adventitious products of nanotechnologies*, Brussels.
- European Commission, 2005b, *Synthetic Biology – Applying Engineering to Biology. Report of a NEST High-Level Expert Group*, Nr. EUR 21796: Directorate-General for Research.
- Fleischer, T. und Decker, M., 2005, Converging Technologies. Verbesserung menschlicher Fähigkeiten durch emergente Techniken? in: Bora, A., Decker, M., Grunwald, A. und Renn, O. (Hg.): *Technik in einer fragilen Welt. Die Rolle der Technikfolgenabschätzung*, Berlin: edition sigma, 120-132.
- Friends of the Earth, 2006, *Nanomaterials, sunscreens and cosmetics: small ingredients – big risks: FoE* <<http://www.foe.org/camps/comm/nanotech/nanocosmetics.pdf>>.
- Gaskell, G., Allum, N., Wagner, W., Kronberger, N., Torgersen, H., Hampel, J. und Bardes, J., 2004, GM foods and the misperception of risk perception, *Risk Analysis* 24, 285-194.

- Gaskell, G., Stares, S., Allansdottir, A., Allum, N., Corchero, C., Fischler, C., Hampel, J., Jackson, J., Kronberger, N., Mejlgaard, N., Revuelta, G., Schreiner, C., Torgersen, H. und Wagner, W., 2006, *Europeans and Biotechnology in 2005: Patterns and Trends, Final report on Eurobarometer 64.3*, Brussels: European Commission's Directorate-General for Research <<http://www.ec.europa.eu/research/press/2006/pr1906en.cfm>>.
- Gehlen, A., 2003, erstmals 1940, *Der Mensch. Seine Natur und seine Stellung in der Welt*, 14. Aufl., Wiebelsheim: Aula.
- Giftinformationszentrum Nord, 2006, Vergiftungsfälle durch Versiegelungsspray „Magic Nano“, Göttingen <http://www.giz-nord.de/php/index.php?option=com_content&task=view&id=122&Itemid=85>.
- Glass, J. I., Assad-Garcia, N., Alperovich, N., Yooseph, S., Lewis, M. R., Maruf, M., Hutchinson, C. A., Smith, H. O. und Venter, J. C., 2006, Essential genes of a minimal bacterium, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103(2), 425-430.
- Grunwald, A., 2000, *Technik für die Gesellschaft von morgen. Möglichkeiten und Grenzen gesellschaftlicher Technikgestaltung*, Frankfurt/New York: Campus.
- Harremoes, P., Gee, D., MacGarvin, M., Stirling, A., Keys, J., Wynne, B. und Guedes Vaz, S. (Hg.), 2002, *The Precautionary Principle in the 20th Century – Late Lessons from Early Warnings*, London: Earthscan.
- Heberle-Bors, E., 1996, *Herausforderung Gentechnik*, Wien: Holzhausen.
- HLEG, 2004, *Converging Technologies – Shaping the Future of European Societies: A Report from the High Level Expert Group on „Foresighting the New Technology Wave“*, Nr. EUR 21357, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- ITA, 2006, *Nanotechnologie-Begleitmaßnahmen: Stand und Implikationen für Österreich*, im Auftrag von: BMVIT, Wien: Österreichische Akademie der Wissenschaften.
- Klinke, A., Dreyer, M., Renn, O., Stirling, A. und Zwanenberg, P. v., 2006, Precautionary Risk Regulation in European Governance, *Journal of Risk Research* 9(4), 373-392.
- Maurer, S. M., Lucas, K. V. und Terrell, S., 2006, *From Understanding to Action: Community Based Options for Improving Safety and Security in Synthetic Biology*, Berkeley: University of California, Goldman School of Public Policy.
- Menasse, P., 2004, Genetische Daten: woher, wohin, wozu?, in: Hörschinger, P. und Signitzer, B. (Hg.): *Erfolgsfaktor Public Relations. Ausgezeichnete Praxisbeispiele aus Österreich*, Frankfurt: Redline Wirtschaft.
- Nentwich, M., Bogner, A., Peissl, W., Sotoudeh, M. und Torgersen, H., 2006, *Techpol 2.0: Awareness – Partizipation – Legitimität. Vorschläge zur partizipativen Gestaltung der österreichischen Technologiepolitik*, im Auftrag von: Rat für Forschung und Technologieentwicklung, Wien: Österreichische Akademie der Wissenschaften.
- Nordmann, A., 2004, *Converging Technologies – Shaping the Future of European Societies. High Level Expert Group „Foresighting the New Technology Wave“*, Brussels: European Commission <www.ntnu.no/2020/pdf/final_report_en.pdf>.
- Norges forskningsraad, 2005, *Nanoteknologier og nye materialer: Helse, miljø, etikk og samfunn. Nasjonale forsknings- og kompetansebehov*, Oslo.
- Oberdörster, G., Z., S., Atudorei, V., Elder, A., Gelein, R., Kreyling, W. und Cox, C., 2004, Translocation of inhaled ultrafine particles to the brain, *Inhalation Toxicology* 16(6-7), 437-45.

- Paschen, H., Coenen, C., Fleischer, T., Grünwald, R., Oertel, D. und Revermann, C., 2003, *Nanotechnologie*, Nr. 92, Berlin Technikfolgenabschätzungsbüro des Deutschen Bundestages.
- Renn, O., 1992, The social arena concept of risk debates, in: Krimsky, S. und Golding, D. (Hg.): *Social Theories of Risk*, Westport/London: Praeger, 179-196.
- Roco, M. C. und Bainbridge, W. S. (Hg.), 2003, *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*, Dordrecht: Kluwer.
- Schmid, G., Ernst, H., Grünwald, R., Grünwald, A., Krug, H. und al., e., 2006, *Nanomaterialien, NanodeVICES, Nanocomputing – Standortbestimmung*, Bad Neuenahr-Ahrweiler: Europäische Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen.
- Scholderer, J., 2000, Kampagnen zur Gentechnik und ihre Wirkung auf Verbraucher, in: Schell, T. v. und Seltz, R. (Hg.): *Inszenierungen zur Gentechnik. Konflikte, Kommunikation und Kommerz*, Wiesbaden: Westdeutscher Verlag, 214-222.
- Seifert, F., 2002, *Gentechnik – Öffentlichkeit – Demokratie. Der österreichische Gentechnik-Konflikt im internationalen Kontext*, München: Profil.
- Sinner, F., 2006, *Gesundheitsrisiken der Nanotechnologie*, Graz: Joanneum Research.
- Slovic, P., 1987, Perceptions of risk, *Science* 236, 280-285.
- Torgersen, H., 2004, The real and perceived risks of genetically modified organisms, *EMBO reports* 5(special issue), 17-21.
- Torgersen, H., Lassen, J., Jelsoe, E., Rusanen, T. und Torben Hviid Nielsen, 2000, Europe the spoilsport. On the Europeans' reluctance towards genetically modified food, *Journal of Biolaw and Business* 3(3), 53-60.
- Vogel, D., 2001, Ships Passing in the Night – GMOs and the Politics of Risk Regulation in Europe and the United States, *RSC Working Papers*, San Domenico di Fiesole: European University Institute (EUI) <<http://hdl.handle.net/1814/1725>>.
- Voigt, C. A., 2006, Genetic parts to program bacteria, *Current opinion in biotechnology* 17, 5448-557.
- Warheit, D. B., 2004, Nanoparticles: Health Impacts? *Materials Today*, February, 32-35.
- Wimmer, T., 2000, Unternehmenskommunikation im Konflikt: Das Beispiel Gentechnikindustrie, in: Schell, T. v. und Seltz, R. (Hg.): *Inszenierungen zur Gentechnik. Konflikte, Kommunikation und Kommerz*, Wiesbaden: Westdeutscher Verlag, 201-213.

Bisher erschienene manu:scripte

- ITA-01-01 Gunther Tichy, Walter Peissl (12/2001): Beeinträchtigung der Privatsphäre in der Informationsgesellschaft. <http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_01_01.pdf>
- ITA-01-02 Georg Aichholzer(12/2001): Delphi Austria: An Example of Tailoring Foresight to the Needs of a Small Country. <http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_01_02.pdf>
- ITA-01-03 Helge Torgersen, Jürgen Hampel (12/2001): The Gate-Resonance Model: The Interface of Policy, Media and the Public in Technology Conflicts. <http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_01_03.pdf>
- ITA-02-01 Georg Aichholzer (01/2002): Das ExpertInnen-Delphi: Methodische Grundlagen und Anwendungsfeld „Technology Foresight“. <http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_02_01.pdf>
- ITA-02-02 Walter Peissl (01/2002): Surveillance and Security – A Dodgy Relationship. <http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_02_02.pdf>
- ITA-02-03 Gunther Tichy (02/2002): Informationsgesellschaft und flexiblere Arbeitsmärkte. <http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_02_03.pdf>
- ITA-02-04 Andreas Diekmann (06/2002): Diagnose von Fehlerquellen und methodische Qualität in der sozialwissenschaftlichen Forschung. <http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_02_04.pdf>
- ITA-02-05 Gunther Tichy (10/2002): Over-optimism Among Experts in Assessment and Foresight. <http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_02_05.pdf>
- ITA-02-06 Hilmar Westholm (12/2002): Mit eDemocracy zu deliberativer Politik? Zur Praxis und Anschlussfähigkeit eines neuen Mediums. <http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_02_06.pdf>
- ITA-03-01 Jörg Flecker und Sabine Kirschenhofer (01/2003): IT verleiht Flügel? Aktuelle Tendenzen der räumlichen Verlagerung von Arbeit. <http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_03_01.pdf>
- ITA-03-02 Gunther Tichy (11/2003): Die Risikogesellschaft – Ein vernachlässigtes Konzept in der europäischen Stagnationsdiskussion. <http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_03_02.pdf>
- ITA-03-03 Michael Nentwich (11/2003): Neue Kommunikationstechnologien und Wissenschaft – Veränderungspotentiale und Handlungsoptionen auf dem Weg zur Cyber-Wissenschaft. <http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_03_03.pdf>
- ITA-04-01 Gerd Schienstock (1/2004): Finnland auf dem Weg zur Wissensökonomie – Von Pfadabhängigkeit zu Pfadentwicklung. <http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_04_01.pdf>
- ITA-04-02 Gunther Tichy (6/2004): Technikfolgen-Abschätzung: Entscheidungshilfe in einer komplexen Welt. <http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_04_02.pdf>
- ITA-04-03 Johannes M. Bauer (11/2004): Governing the Networks of the Information Society – Prospects and limits of policy in a complex technical system. <http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_04_03.pdf>
- ITA-04-04 Ronald Leenes (12/2004): Local e-Government in the Netherlands: From Ambitious Policy Goals to Harsh Reality. <http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_04_04.pdf>
- ITA-05-01 Andreas Krisch (01/2005): Die Veröffentlichung des Privaten – Mit intelligenten Etiketten vom grundsätzlichen Schutz der Privatsphäre zum Selbstschutz-Prinzip. <http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_05_01.pdf>

- ITA-05-02 Petra Grabner (12/2005): Ein Subsidiaritätstest – Die Errichtung gentechnikfreier Regionen in Österreich zwischen Anspruch und Wirklichkeit.
<http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_05_02.pdf>
- ITA-05-03 Eva Buchinger (12/2005): Innovationspolitik aus systemtheoretischer Sicht – Ein zyklisches Modell der politischen Steuerung technologischer Innovation.
<http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_05_03.pdf>
- ITA-06-01 Michael Latzer (06/2006): Medien- und Telekommunikationspolitik: Unordnung durch Konvergenz – Ordnung durch Mediamatikpolitik.
<http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_06_01.pdf>
- ITA-06-02 Natascha Just, Michael Latzer, Florian Saurwein (09/2006): Communications Governance: Entscheidungshilfe für die Wahl des Regulierungsarrangements am Beispiel Spam. <http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_06_02.pdf>
- ITA-06-03 Veronika Gaube, Helmut Haberl (10/2006): Sozial-ökologische Konzepte, Modelle und Indikatoren nachhaltiger Entwicklung: Trends im Ressourcenverbrauch in Österreich. <http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_06_03.pdf>
- ITA-06-04 Maximilian Fochler, Annina Müller (11/2006): Vom Defizit zum Dialog? Zum Verhältnis von Wissenschaft und Öffentlichkeit in der europäischen und österreichischen Forschungspolitik.
<http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_06_04.pdf>
- ITA-06-05 Holger Floeting (11/2006): Sicherheitstechnologien und neue urbane Sicherheitsregimes.
<http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_06_05.pdf>
- ITA-06-06 Armin Spök (12/2006): From Farming to „Pharming” – Risks and Policy Challenges of Third Generation GM Crops. <http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_06_06.pdf>
- ITA-07-01 Volker Stelzer, Christine Rösch, Konrad Raab (3/2007): Ein integratives Konzept zur Messung von Nachhaltigkeit – das Beispiel Energiegewinnung aus Grünland.
<http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_07_01.pdf>
- ITA-07-02 Elisabeth Katzlinger (3/2007): Big Brother beim Lernen: Privatsphäre und Datenschutz in Lernplattformen.
<http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_07_02.pdf>
- ITA-07-03 Astrid Engel, Martina Erlemann (4/2007): Kartierte Risikokonflikte als Instrument reflexiver Wissenspolitik. <http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_07_03.pdf>
- ITA-07-04 Peter Parycek (5/2007): Gläserne Bürger – transparenter Staat? Risiken und Reformpotenziale des öffentlichen Sektors in der Wissensgesellschaft.
<http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_07_04.pdf>
- ITA-07-05 Helge Torgersen (7/2007): Sicherheitsansprüche an neue Technologien – das Beispiel Nanotechnologie. <http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_07_05.pdf>