



Forschungszentrum Karlsruhe
in der Helmholtz-Gemeinschaft



10 Jahre ITAS

ITAS-Jahrbuch 2003/2004

Institut für Technikfolgenabschätzung
und Systemanalyse

Armin Grunwald, Ulrich Riehm (Hg.)

**Jahrbuch des Instituts für
Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
anlässlich seines zehnjährigen Bestehens im Juli 2005**

ITAS-Jahrbuch 2003/2004

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH in der Helmholtz-Gemeinschaft

ITAS-Jahrbuch 2003/2004

Jahrbuch des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
Juli 2005

Herausgeber und Kontakt:

Prof. Dr. Armin Grunwald

Dipl.-Soz. Ulrich Riehm

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH

in der Helmholtz-Gemeinschaft

Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)

Postfach 3640

D-76021 Karlsruhe

Telefon: 07247/82-2501

Telefax: 07247/82-4806

E-Mail: grunwald@itas.fzk.de; riehm@itas.fzk.de

Internet: <http://www.itas.fzk.de>

Redaktion: Armin Grunwald, Ulrich Riehm, Volker Stelzer

Textverarbeitung und Layout: Waltraud Laier

Layoutentwurf und Umschlaggestaltung: Wilfrid Schröder

Fotos: Markus Breig, Fotostelle des Forschungszentrums Karlsruhe;

mit Ausnahme der Fotos auf S. 68 (Stehr), 110 (Pateau), 200 (Glöde, Hennen),
236 (Achternbosch, Bräutigam, Hartlieb), 266 (Petermann)

Verlag: Forschungszentrum Karlsruhe

Druck: Wilhelm Stober GmbH, Eggenstein; gedruckt auf chlorfrei gebleichtem
Papier

ISBN: 3-923704-48-8

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	7
1 Stand und Perspektiven des Instituts	9
<i>Armin Grunwald</i>	
1.1 Das Institut	9
1.2 Zentrale thematische Entwicklungen in 2003/2004	10
1.3 Die Helmholtz-Evaluierung 2003	16
1.4 Die Verankerung des ITAS im Forschungszentrum Karlsruhe	18
1.5 Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB)	19
1.6 Ausblick	20
2 Zehn Jahre ITAS – ausgewählte Aufsätze	25
Material flows and investment costs of flue gas cleaning systems of municipal solid waste incinerators (MSWI)	27
<i>Matthias Achternbosch, Ulf Richers</i>	
Problemorientierte Forschung: Zwischen Politik und Wissenschaft	43
<i>Gotthard Bechmann, Günter Frederichs</i>	
Risikokommunikation und die Risiken der Kommunikation wissenschaftlichen Wissens – zum gesellschaftlichen Umgang mit Nichtwissen	69
<i>Gotthard Bechmann, Nico Stehr</i>	
Technology Assessment and Electronic Money – Between consultancy and oversight	97
<i>Knud Böhle, Michael Rader, Ulrich Riehm, Arnd Weber</i>	
Das integrative Konzept nachhaltiger Entwicklung	111
<i>Volker Brandl, Armin Grunwald, Juliane Jörissen, Jürgen Kopfmüller, Michael Paetau</i>	

Das Kioto-Protokoll zum Schutz des Klimas – Erfolg oder Mißerfolg?	143
<i>Reinhard Coenen, Gerhard Sardemann</i>	
Technikgestaltung für mehr Nachhaltigkeit – Nanotechnologie	171
<i>Torsten Fleischer</i>	
Toll Collect: Panne von Industrie und Politik – Innovationspolitische Aspekte der geplanten Einführung eines elektronischen Mautsystems in Deutschland	191
<i>Torsten Fleischer, Günter Halbritter</i>	
A difference that makes a difference? Participatory Technology Assessment in Germany	201
<i>Fritz Gloede, Leonhard Hennen</i>	
Technology Assessment at the German <i>Bundestag</i> : “expertising” democracy for “democratising” expertise	223
<i>Armin Grunwald</i>	
Co-incineration of wastes in cement kilns – determination of input pathways of trace elements in cement by material flow analysis	237
<i>Nicola Hartlieb, Matthias Achternbosch, Klaus-Rainer Bräutigam</i>	
Hen or Egg? – The relationship between IC-technologies and social exclusion	249
<i>Bettina-Johanna Krings</i>	
Elektronischer Handel und Nachhaltigkeit	267
<i>Carsten Orwat, Thomas Petermann, Ulrich Riehm</i>	
Material flow analysis – a comparison of manufacturing of CFRP-fuselage-components versus aluminium-fuselage-components for commercial airliners	293
<i>Bernd Reißler, Matthias Achternbosch, Klaus-Rainer Bräutigam, Christel Kupsch, Gerhard Sardemann</i>	

Elektronisches Publizieren	307
<i>Ulrich Riehm, Knud Böhle, Bernd Wingert</i>	
Technikfolgenabschätzung zum Thema „Nachwachsende Rohstoffe“	331
<i>Detlev Wintzer, Beate Fürniß, Sigrid Klein-Vielhauer, Ludwig Leible, Eberhard Nieke, Christine Rösch, Heinrich Tangen</i>	
3 Anmerkungen zur Institutsgeschichte	345
<i>Bernd Wingert</i>	
Vorgeschichte	345
Chronologie wichtiger Ereignisse in Bezug auf ITAS und den weiteren forschungspolitischen und TA-Kontext	346
Zehn Jahre ITAS	352
Ausblick	353
4 Daten und Fakten	357
4.1 Aktuelle Projekte des Instituts	357
4.1.1 Forschungsbereich Umwelt und Ressourcenmanagement	357
4.1.2 Forschungsbereich Neue Technologien, Innovationsprozesse und Technikfolgen	360
4.1.3 Forschungsbereich Wissensgesellschaft, Wissensordnung und Wissenspolitik	363
4.2 Konferenzen, Tagungen und Workshops	365
4.3 ITAS-Kolloquien	370
4.4 Gastwissenschaftler	372
4.5 Lehrveranstaltungen	372
4.6 Mitgliedschaften	374
4.7 Publikationen	376
4.8 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter	402

Vorwort

Mit der Herausgabe dieses dritten Jahrbuchs des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) ist ein besonderes Datum verbunden, das zehnjährige Bestehen des Instituts. Im Juli 1995 wurde die damalige, seit 1977 bestehende Abteilung für Angewandte Systemanalyse (AFAS) durch einen Beschluss des Aufsichtsrats des Forschungszentrums Karlsruhe zum Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) aufgewertet. Dieses 10-jährige Jubiläum nehmen wir zum Anlass, in der Struktur von den vorangegangenen Jahrbüchern des Instituts abzuweichen. Statt einer Reihe von Essays zu aktuellen Forschungsthemen des ITAS und der Darstellung der wichtigsten Projektergebnisse aus dem Berichtszeitraum 2003 bis 2004 bilden Wiederabdrucke von Aufsätzen aus Zeitschriften und Sammelbänden der letzten zehn Jahre den Hauptteil des Jahrbuchs. Diese Auswahl von 16 Aufsätzen stellt die Vielfalt der Themen, Forschungsansätze und Darstellungsformen in – aus unserer Sicht – herausragenden Arbeiten exemplarisch dar. Eine vollständige Dokumentation der Arbeiten des ITAS in den letzten zehn Jahren wurde damit allerdings nicht beabsichtigt.

Am Anfang steht ein einführender Überblick, der zentrale Entwicklungslinien der letzten beiden Jahre nachzeichnet und die (absehbaren) weiteren Perspektiven markiert. Der zweite Teil ist der bereits genannte Rückblick auf die ersten zehn Jahre von ITAS in Form von Wiederabdrucken ausgewählter Aufsätze. Im dritten Teil findet sich aus gegebenem Anlass eine kommentierte Chronik des Instituts und seiner Vorläuferinstitutionen. Im letzten Teil wird in knapper Form über die aktuellen Forschungsprojekte in den drei Forschungsbereichen des Instituts sowie über die für einen Rechenschaftsbericht unverzichtbaren Daten und Fakten aus den Jahren 2003 und 2004 informiert.

Wir möchten an dieser Stelle den Kolleginnen und Kollegen ganz herzlich für ihr Engagement in der Erstellung des Jahrbuches danken. Das Ergebnis ist Ausdruck der Teamarbeit im Institut und der hohen Identifikation mit dem Institut. Besonderer Dank gebührt Herrn Wingert, der – mit Unterstützung von Herrn Prof. Dr. Paschen und Herrn Coenen – die ITAS-Chronik erstellt hat. Gedankt sei nicht zuletzt Frau Laier für ihre bewährte und kompetente Textverarbeitung und Buchgestaltung.

Armin Grunwald und Ulrich Riehm

Karlsruhe, Juni 2005



Von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des ITAS sind auf der Aufnahme vom 02.06.2005 zu sehen (aufgeführt in alphabetischer Reihenfolge): Achternbosch, Matthias; Bechmann, Gotthard; Bechmann, Martin; Böhle, Knud; Decker, Michael; Dusseldorp, Marc; Fleischer, Torsten; Fürniß, Beate; Gloede, Fritz; Grunwald, Armin; Halbritter, Günter; Hauser, Robert; Hoffmann, Brigitte; Kälber, Stefan; Kappler, Gunnar; Kopfmüller, Jürgen; Krings, Bettina-Johanna; Kullmann, Margareta; Kupsch, Christel; Laier, Waltraud; Lange, Stephan; Lehn, Helmut; Leible, Ludwig; Meyer, Rolf; Neu-Thoss, Charlotte; Nieke, Eberhard; Orwat, Carsten; Parodi, Oliver; Petermann, Gabriele; Proplesch, Peter; Raab, Konrad; Riehm, Ulrich; Rösch, Christine; Sardemann, Gerhard; Schmidt-Leis, Bettina; Schulz, Volkhard; Stelzer, Volker; Weber, Arnd; Werner, Matthias; Wingert, Bernd; Woll, Tobias.

Nicht auf dem Bild: Berg, Ingrid von; Besson, Edith; Bräutigam, Klaus-Rainer; Coenen, Christopher; Fiedeler, Ulrich; Goelsdorf, Brigitta-Ulrike; Grünwald, Reinhard; Hartlieb, Nicola; Hennen, Leonhard; Hocke-Bergler, Peter; Jörissen, Juliane; Kaufmann, Gabriele; Klein-Vielhauer, Sigrid; Mäule, Monika; Oertel, Dagmar; Paskaleva-Shapira, Krassimira; Petermann, Thomas; Rader, Michael; Rastätter, Gaby; Revermann, Christoph; Sauter, Arnold; Scherz, Constanze.

1 Stand und Perspektiven des Instituts

Armin Grunwald

1.1 Das Institut

Das Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) geht auf eine Tradition der Systemforschung zurück, die bis in die fünfziger Jahre des letzten Jahrhunderts reicht.¹ Das Institut ging 1995 – also vor nunmehr 10 Jahren, was für uns der Anlass zur besonderen Gestaltung dieses Jahrbuchs war – aus der Abteilung für Angewandte Systemanalyse (AFAS) hervor, welche selbst 1977 aus der Zusammenlegung von Teilen der Heidelberger Studiengruppe für Systemforschung mit systemanalytisch arbeitenden Gruppen des damaligen Kernforschungszentrums entstand.² Das ITAS ist Teil des Forschungszentrums Karlsruhe, welches wiederum Mitglied der Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF) ist. Seit 1990 betreibt AFAS bzw. ihr Nachfolger ITAS das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB, <http://www.tab.fzk.de>).

Hintergrund für die Herausbildung von Systemanalyse und Technikfolgenabschätzung war der wachsende Beratungsbedarf von Politik und Gesellschaft über Trends gesellschaftlicher Entwicklungen, Technikfolgen und Handlungsstrategien zur Bewältigung entsprechender Problemlagen. Als Beitrag zur Lösung dieser Probleme erarbeitet und vermittelt das ITAS Wissen über die Folgen menschlichen Handelns und ihre Bewertung in Bezug auf die Entwicklung und den Einsatz von neuen Technologien. Umweltbezogene, ökonomische, soziale sowie politisch-institutionelle Fragestellungen stehen dabei im Mittelpunkt. Alternative Handlungs- und Gestaltungsoptionen werden entworfen und bewertet. ITAS unterstützt dadurch Politik, Wissenschaft, Wirtschaft und Öffentlichkeit, Zukunftsentscheidungen auf der Basis des besten verfügbaren Wissens und rationaler Bewertungen zu treffen. Die Erarbeitung des Folgenwissens ist auf einen gesellschaftlichen Beratungsbedarf bezogen, und konkrete Beratung wird durch wissenschaftliches Wissen fundiert. Zu diesem Zweck wendet ITAS Methoden der Technikfolgenabschätzung und der Systemanalyse an und entwickelt diese weiter.

1 Die Entstehung der Systemforschung ist Gegenstand der geschichtswissenschaftlichen Dissertation von Andrea Brinckmann am ITAS gewesen, die Anfang 2005 abgeschlossen wurde (Brinckmann 2005).

2 Vgl. Wingert mit „Anmerkungen zur Institutsgeschichte“ in Teil 3 dieses Jahrbuchs.

Angesichts erheblicher Veränderungen in der für ITAS relevanten Außenwelt (Umstellung der Helmholtz-Gemeinschaft auf Programmförderung, zunehmendes Evaluierungswesen, veränderte Kooperations- und Konkurrenzverhältnisse) fand 2004 im Institut eine umfassende Strategiediskussion statt. Wesentliche Ergebnisse dieses Prozesses waren:

- eine Restrukturierung der Forschungstätigkeit in die drei Forschungsbereiche „Umwelt und Ressourcenmanagement“, „Neue Technologien, Innovationsprozesse und Technikfolgen“ sowie „Wissensgesellschaft, Wissensordnung und Wissenspolitik“ (dazu 1.2),
- die Konzentration auf diese programmatischen Kernbereiche auch bei der Akquisition von Drittmitteln,
- eine Akzentverschiebung im Publikationsverhalten zugunsten internationaler, referierter Zeitschriften, ohne allerdings die bisherigen (und für TA wichtigen) Kommunikationskanäle aufzugeben,
- die Verstärkung institutsinterner interdisziplinärer Kooperationen.

In den Berichtszeitraum fiel auch die Verabschiedung von Reinhard Coenen. Er war seit 1976 stellvertretender Leiter zunächst von AFAS, dann vom ITAS. Von Mitte 1998, dem Zeitpunkt des Ausscheidens von Prof. Dr. Paschen, bis Oktober 1999, dem Amtsantritt von Prof. Dr. Grunwald als neuer Institutsleiter, war er kommissarischer Institutsleiter. Die Verabschiedung von Reinhard Coenen wurde zum Anlass genommen, das Schwerpunktthema im Heft 1/2004 der von ITAS herausgegebenen Zeitschrift „Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis“ der Geschichte der Systemforschung in Deutschland und dem Wirken von Reinhard Coenen in diesem Bereich zu widmen (Wingert, Berg 2004). Auch an dieser Stelle sei Herrn Coenen für seine Verdienste für die Systemforschung im Allgemeinen und das ITAS im Speziellen ganz herzlich gedankt. Seit Februar 2004 ist Dr. Michael Decker stellvertretender Leiter des ITAS.

1.2 Zentrale thematische Entwicklungen in 2003/2004

In den letzten Jahren konzentrierten sich die Forschungsarbeiten von ITAS auf Fragen nachhaltiger Entwicklung in verschiedenen Bereichen, auf Chancen, Risiken und Erfolgsbedingungen innovativer Technik sowie auf konzeptionelle Fragen der Technikfolgenabschätzung. Dabei wurden die Kooperationsverhältnisse mit der naturwissenschaftlich-technischen Forschung im Forschungszentrum Karls-

ruhe deutlich ausgebaut (dazu auch Kap. 1.4), es gelang eine deutliche Verbesserung der Einbettung in die europäische Forschungslandschaft und es wurde die Zusammenarbeit innerhalb der „TA-Szene“ durch Initiativen des ITAS ausgeweitet. Aus der Fülle der Projekte und Forschungsarbeiten im Berichtszeitraum 2003/2004 dieses Jahrbuchs seien im Folgenden, nach der genannten Einteilung in die Forschungsbereiche, einige wenige Entwicklungen hervorgehoben.

1.2.1 Forschungsbereich Umwelt und Ressourcenmanagement

Im Rahmen des Ende 2002 abgeschlossenen Helmholtz-Nachhaltigkeitsprojektes *Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland* wurde im ITAS das „integrative Konzept nachhaltiger Entwicklung“ erarbeitet und für eine Nachhaltigkeitsdiagnose Deutschlands und die Erarbeitung von Handlungsstrategien angewendet (Coenen/Grunwald 2003). Das integrative Konzept nachhaltiger Entwicklung wird in jüngster Zeit in Forschungsprojekten in und außerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft aufgegriffen und fortentwickelt. Im ITAS sind dies die Bereiche Nachhaltige Grünlandnutzung, Abfallwirtschaft, Bauen und Wohnen, Freizeit und Tourismus sowie nachhaltige Informationsgesellschaft. Außerhalb des ITAS sind Anwendungsbeispiele die kommunale Nachhaltigkeitsberichterstattung, die Nachhaltigkeitsberichterstattung börsennotierter Unternehmen, Fragen der nachhaltigen Landschaftsnutzung sowie schulische und universitäre Bildung unter Nachhaltigkeitsaspekten. Ende 2004 wurde am Forschungszentrum Karlsruhe ein Workshop zu Anwendungen des integrativen Konzeptes durchgeführt (Kopfmüller 2005).

Im Rahmen der HGF wird zurzeit ein großes und langfristig angelegtes Verbundprojekt *Risikolebensraum Megacities. Perspektiven nachhaltiger Entwicklung* als eine Querschnittsaktivität im Helmholtz-Forschungsbereich „Erde und Umwelt“ begonnen. Im Rahmen des ITAS-Anteils wird ein Kriterienraster für die Analyse und Bewertung von Megacities unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten erarbeitet und angewendet. Die Grundlage hierfür bildet ebenfalls das integrative Nachhaltigkeitskonzept, das für die spezifischen Gegebenheiten von Megacities weiter zu entwickeln und anzupassen sein wird.

Die *Nutzung von Biomasse und biogenen Rest- und Abfallstoffen für energetische oder stoffliche Zwecke* ist ein langjähriges ITAS-Forschungsfeld. Im Berichtszeitraum wurden Verfahrensaspekte und Auswirkungen der Gaserzeugung aus Biomasse untersucht. Hierzu hat das Forschungszentrum Karlsruhe ein längerfristig angelegtes technisches Entwicklungsvorhaben – nicht zuletzt angeregt

durch eine Analyse des ITAS zu den Potenzialen der energetischen Nutzung biogener Reststoffe (Leible et al. 2003) – begonnen. In enger Kooperation mit den technischen Instituten untersucht das ITAS in einer umfassenden Systemanalyse die technischen, ökonomischen und umweltrelevanten Aspekte dieses Vorhabens. Ein Schwerpunkt ist die vergleichende Analyse technischer Alternativen der Wärme- und Stromgewinnung aus Biomasse – dies schließt den Vergleich mit fossilen Energieträgern mit ein. In dieses Themenfeld aufgenommen wurden seit 2004 Arbeiten zum Thema BTL (Biomass to Liquid). Bei BTL geht es um die Gewinnung von synthetischen Kraftstoffen aus Biomasse in großtechnischem Maßstab. ITAS untersucht in zwei Modellregionen Baden-Württembergs – unterstellt werden Anlagen mit jeweils einem jährlichen Biomassebedarf von 1 Mio. t Trockenmasse bzw. einer Fischer-Tropsch-Kraftstoffproduktion von 200.000 t –, in welchem Umfang und mit welchen Kosten Biomasse frei Anlage bereitgestellt werden kann, unter Berücksichtigung der regionalen Gegebenheiten für die Biomasseerfassung (Ernte), Konditionierung, Lagerung und den Transport. Als Biomasseträger werden Stroh, Heu (von aus der Nutzung gefallenem Grünland), Silomais und Waldrestholz betrachtet.

Systemanalytische Untersuchungen zum Verbleib von Schwermetallen bei der Verwertung und Beseitigung von Abfällen werden seit vielen Jahren vom ITAS durchgeführt. In einem Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamtes wurde der Einfluss unterschiedlicher Einsatzstoffe auf den Spurenelementgehalt von Zement und Beton untersucht. ITAS arbeitete hierbei mit dem Bereich Wasser- und Geotechnologie (ITC-WGT) und der Zentralabteilung Technikbedingte Stoffströme (ITC-ZTS) des Instituts für Technische Chemie des Forschungszentrums Karlsruhe zusammen. Dies umfasste neben der Identifizierung und Quantifizierung der Eintragungspfade von Spurenelementen in Zement und Beton auch die Untersuchung, in welchem Maße sich der Spurenelementgehalt in Zement und Beton durch den Abfalleinsatz ändert. Ebenso wurde der derzeitige Kenntnisstand zum Bindungsverhalten und zum Freisetzungverhalten von Spurenelementen in Klinker, Zement und Beton dargestellt. Dieses Projekt wurde 2003 abgeschlossen (Achternbosch et al. 2004).

Trotz bekannter Umweltprobleme werden in Industrie- und Konsumgütern noch immer Schwermetalle eingesetzt, die eine besondere Behandlung der entstehenden Abfälle erforderlich machen. Ziel des Projekts *Untersuchung der Verteilung ausgewählter Schwermetalle bei Abfallentsorgungsmaßnahmen als Voraussetzung für eine stoffstromorientierte Abfallwirtschaft* ist es, aufzuzeigen, ob

und in welchen Bereichen (Produktion, Nutzung, Entsorgung von schwermetallhaltigen Produkten) unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten Handlungsbedarf besteht. Im Jahre 2005 hinzugekommen ist das Vorhaben *Abfallwirtschaft und nachhaltige Entwicklung*, das Abfallströme in Deutschland zunächst insgesamt in ihrer Entstehung sowie in ihrer Zusammensetzung betrachtet, sie unter abfallwirtschaftlichen Optionen analysiert und unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten bewertet.

1.2.2 Forschungsbereich Neue Technologien, Innovationsprozesse und Technikfolgen

Im Rahmen der konzeptionellen und thematischen Annäherungen zwischen Innovationsforschung und Technikfolgenabschätzung wurden im ITAS an mehreren Stellen Innovationsaspekte in technischen Entwicklungen stärker als bislang berücksichtigt. Im BMBF-geförderten Projekt *Kulturelle Faktoren in der technischen Entwicklung* wurden durch Rekonstruktion der beispiellosen Erfolgsgeschichte des mobilen Internet-Dienstes *i-mode in Japan* Lehren für die weitere Entwicklung des deutschen und europäischen Mobilfunks gezogen. Als Schlüsselfaktoren für den japanischen Erfolg hat sich die Verwendung von Internet-Standards, der Wettbewerb zwischen verschiedenen Übertragungstechniken für den Mobilfunk sowie kulturelle Faktoren, wie etwa eine starke Kundenorientierung, erwiesen. Im EU-Projekt *INDICARE – The Informed Dialogue about Consumer Acceptability of DRM Solutions in Europe* werden offene und kontroverse Fragen des Einsatzes von „Digital Rights Management“-Systemen geklärt, wie sie derzeit mit neuen Verwertungsmodellen vor allem beim Online-Vertrieb digitaler Produkte wie Musik, Videos, Texte etc. eingesetzt werden. INDICARE versucht diese Fragen aus der Perspektive von Konsumenten und kleineren Informationsanbietern zu beleuchten und zwischen den unterschiedlichen Interessen der beteiligten Akteure zu vermitteln. In der Studie *Innovationsstrategien für neue Techniken und Dienste zur Erreichung einer „nachhaltigen Entwicklung“ im Verkehr* wurden – in Form einer vergleichenden Analyse internationaler Erfahrungen – die Bedingungen für erfolgreiche Innovationsstrategien im Bereich neuer Techniken und Dienste im Ballungsraumverkehr identifiziert, ihre Wirksamkeit und ihre Folgen im Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung sowie die Übertragbarkeit dieser Modelle auf Deutschland untersucht. *Sozio-ökonomische Herausforderungen des Grid Computing* bilden ein neues Thema, in dem Innovationsaspekte und neue Geschäftsmodelle u. a. vor dem Hintergrund geeigneter Regelungen bzw.

Institutionen, der Frage des Zugangs und der Bereitstellung der Ressourcen untersucht werden. Eine vergleichende Analyse von Foresight-Studien zur weiteren Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien wurde im Rahmen des EU-Projekts *FISTERA* erarbeitet.

Mit Beginn des Jahres 2003 hat die Projektgruppe *Technikfolgenabschätzungen zur Nanotechnologie* die Arbeit aufgenommen, teils aufbauend auf der ITAS-Studie zur Nanotechnologie (Paschen et al. 2004). Sie hat sich mit nanotechnologiebezogenen TA-Fragen befasst, wie der Analyse von technischen Entwicklungen im Material- und Verfahrensbereich und deren Implikationen, der Nutzung von Nanotechnologie in neuen Produkten oder Techniken und den ökonomischen, ökologischen, sozialen und institutionellen Konsequenzen ihrer Anwendung in bestehenden oder neuen Kontexten sowie damit verbundenen methodischen Herausforderungen. Im Rahmen einer internen Aktivität des Forschungszentrums Karlsruhe wurde begonnen zu untersuchen, inwieweit die an Roadmapping-Verfahren angelehnten konzeptionellen Ideen für eine strukturierte Verknüpfung von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten zur Nanotechnologie mit möglichen Anwendungsfeldern und Produktideen in der Praxis umsetzbar sind und für TA-Prozesse genutzt werden können. Weiterhin wurde begonnen, das in aktuellen forschungspolitischen Programmen entstehende Paradigma „konvergierender Techniken“ zwischen Nanotechnologie, Biotechnologie, Informationstechnologie und Kognitions- bzw. Kommunikationswissenschaften („NBIC-convergence“) auf die Bedingungen seiner technischen Umsetzung und die Rolle von Nanotechnologie darin sowie auf ethische und soziale Aspekte zu analysieren. Weitere Themen waren der sichere Umgang mit Nanopartikeln, die Regulierung und das Management von Risiken sowie die Risikopolitik und die Risikokommunikation.

Systemanalytische Untersuchungen zu faserverstärkten Verbundwerkstoffen sind ein langjähriges Arbeitsgebiet von ITAS. Diese Werkstoffe gewinnen aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften als Leichtbaumaterialien in unterschiedlichen Anwendungsfeldern immer mehr an Bedeutung. Gegenüber metallischen Materialien weisen insbesondere carbonfaserverstärkte Kunststoffe (CFK) deutliche werkstoffliche Vorteile auf. Nachteilig bei der Herstellung von Bauteilen aus CFK wirken sich bislang die hohen Materialkosten und die aufgrund des relativ geringen Automatisierungsgrades hohen Fertigungskosten aus, problematisch ist zudem die derzeit noch ungelöste Entsorgung von CFK-Produkten bzw. Produktionsabfällen. Vor diesem Hintergrund stellt sich prinzipiell die Frage nach der Realisierbarkeit und nach den Konsequenzen eines verstärkten Einsatzes von

CFK: Welche Vor- und Nachteile (z. B. werkstofftechnische, ökologische, volkswirtschaftliche) sind mit dem verstärkten Einsatz von CFK verbunden? Die von ITAS durchgeführten systemanalytischen Untersuchungen zu Herstellung, Einsatz und Entsorgung von CFK haben Beiträge zur Problemanalyse und Lösungsvorschläge geliefert.

1.2.3 Forschungsbereich Wissensgesellschaft, Wissensordnung und Wissenspolitik

Die Bedingungen des Handelns und Entscheidens unter Unsicherheit und die im Zentrum der Idee der TA stehende Frage nach den nicht intendierten Nebenfolgen technischen Handelns verdeutlichen die Funktionen der TA in der Bereitstellung von spezifischen Wissen, aber auch von Strategien des Umgangs mit Nichtwissen. In den Meinungsbildungs- und Entscheidungsprozessen, für die TA Wissen und Orientierungen bereitstellt, spielen die situationsspezifischen Kontexte und die Erwartungen der jeweiligen Adressaten eine wichtige Rolle. Änderungen im gesellschaftlichen Umfeld der TA (gesellschaftliche und politische Rahmenbedingungen, Rollen und Konstellationen der relevanten Akteure, Meinungsbildungs- und Entscheidungsprozesse) wirken sich daher direkt sowohl auf adäquate Konzeptionen der TA als auch auf die Möglichkeiten der TA zur Erfüllung ihrer Aufgaben aus. Im EU-Projekt *TAMI (Technology Assessment – Method and Impact)* wurden diese Zusammenhänge in Zusammenarbeit mit europäischen TA-Einrichtungen genau analysiert (Decker/Ladikas 2004). Aktuelle Veränderungen im gesellschaftlichen, politischen und wissenschaftlichen Kontext stellen daher konzeptionelle Herausforderungen der TA dar. Gegenwärtig sind hier insbesondere die Entwicklung hin zu einer global vernetzten Wissensgesellschaft, die abnehmende Steuerungsfähigkeit von Nationalstaaten, das international verankerte Leitbild der Nachhaltigkeit mit seinen sozialen Implikationen, die starke Nachfrage nach Foresight und die Betonung von marktnahen Innovationsprozessen und der Rolle der Wirtschaft für die Technikentwicklung zu nennen. Vor diesem Hintergrund hat ITAS im Projekt *Zukunftsperspektiven der TA* eine konzeptionelle Neubestimmung des gesellschaftlichen Ortes der TA, einschließlich der Betrachtung der Folgen für die Praxis der TA, begonnen.

Parallel zu diesen theoretischen Aktivitäten ist durch die Initiative des ITAS und anderer am 24. November 2004 das *Netzwerk TA (NTA)* gegründet worden. Die Mitglieder des Netzwerks vertreten das weite Spektrum von Theorie und Praxis, Forschung und Beratung sowie unterschiedlicher wissenschaftlicher Dis-

ziplinen. Ziele und Aufgaben des Netzwerks sind Verbesserung der Kommunikation und des Informationsaustauschs innerhalb der „TA-Community“, Identifikation neuer Themen und Beratungsaufgaben, systematische und kooperative Weiterentwicklung von TA-Konzepten und Methoden, Erarbeitung von Qualitätskriterien der TA und von Ansätzen der internen Qualitätssicherung, Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses und Stärkung des Stellenwertes der TA in Wissenschaft und Gesellschaft. Im Rahmen des Netzwerks fand im November 2004 in Berlin, vom ITAS federführend organisiert und vom BMBF unterstützt, die Konferenz *Technik in einer fragilen Welt. Herausforderungen für die Technikfolgenabschätzung* statt (Bora et al. 2005).

1.3 Die Helmholtz-Evaluierung 2003

Die Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF) wurde in den Jahren 2002 bis 2004 von einer institutionellen auf eine programmorientierte Förderung umgestellt. Nicht mehr die Zentren der HGF, sondern thematische Forschungsprogramme werden gefördert. In den sechs Helmholtz-Forschungsbereichen (Gesundheit, Verkehr/Weltraum, Erde/Umwelt, Energie, Schlüsseltechnologien und Struktur der Materie, vgl. www.helmholtz.de) wurden Forschungsprogramme entwickelt, die von je einer internationalen Gutachtergruppe bewertet wurden. Vom Ausgang dieser Evaluierung hing die weitere finanzielle Förderung ab. Durch eine Wiederholung dieses Verfahrens alle fünf Jahre soll eine regelmäßige Evaluierung der Forschung in der HGF etabliert werden, die einerseits Raum für thematische Neuorientierungen schafft und die andererseits der laufenden Qualitätssicherung dient.

Die ITAS-Arbeiten wurden (gemeinsam mit vergleichbaren Arbeiten aus dem Forschungszentrum Jülich und der Karlsruher Zentralabteilung Technikbedingte Stoffströme) im Programm „Nachhaltige Entwicklung und Technik“ des Forschungsbereichs „Erde und Umwelt“ konzentriert – allerdings mit dem darüber hinaus reichendem Auftrag, TA und Systemanalyse auch in Kooperation mit den Helmholtz-Forschungsbereichen Energie, Schlüsseltechnologien und Gesundheit zu betreiben. Innerhalb des Programms „Nachhaltige Entwicklung und Technik“ bilden TA und Systemanalyse ein eigenes Programmthema. Sprecher des Programms „Nachhaltige Entwicklung und Technik“ ist Prof. Dr. Armin Grunwald vom ITAS.

Wesentliches Kennzeichen des Programms *Nachhaltige Entwicklung und Technik* ist eine gemeinsame Programmarchitektur. Danach ist eine enge Koope-

ration von Systemanalyse und TA mit den Technikentwicklungen in den Bereichen Wasserregenerierung, Gaserzeugung aus Biomasse, Abfallbehandlung zur Gewinnung von Stoffen und Energie sowie Baustoffströme vorgesehen (für einen Überblick über das Programm vgl. Grunwald 2003). Diese Kooperation soll auf der Seite von TA und Systemanalyse mit einer Mitarbeit an der Weiterentwicklung der bearbeiteten Themen und an der Identifikation von Zukunftsthemen (Foresight), mit der Erforschung des gesellschaftlichen Umfeldes und der politischen Rahmenbedingungen für diese Technikentwicklungen (Wirtschaftlichkeitsfragen, Akzeptanz, Hemmnisse der Implementierung und Maßnahmen zu ihrer Überwindung) sowie mit einer Analyse der Nachhaltigkeitsrelevanz dieser Technologien und ihrer Integration in kohärente und übergreifende Strategien nachhaltiger Entwicklung verbunden sein.

Die Ergebnisse der Evaluierung sind außerordentlich erfreulich. Die wichtigsten Aussagen sind in Stichworten: die Forschungsthemen seien – gemessen am gesellschaftlichen Bedarf – relevant gewählt; die wissenschaftliche Qualität sei hoch, teils exzellent; Systemanalyse und TA seien von großer Bedeutung für die gesamte HGF und diese Bedeutung werde zukünftig weiter wachsen; besonders wichtig sei schließlich ihr Beitrag zur zukünftigen thematischen Positionierung der HGF und zur Erforschung des gesellschaftlichen Umfeldes von HGF-Arbeiten. Daneben gibt es auch kritische Anmerkungen, von denen die wichtigsten sind: das Potenzial für interdisziplinäre Kooperationen werde nicht hinreichend ausgeschöpft, es gebe zu wenig Beiträge in internationalen, referierten Zeitschriften und die beteiligten Einrichtungen verfolgten zu viele und teils zu kleine Projekte mit der Gefahr der thematischen Verzettelung.

Die wichtigsten Empfehlungen der Gutachtergruppe – die dann auch Eingang in die Empfehlungen des Helmholtz-Senats gefunden haben – sind: die HGF insgesamt soll eine integrierte Vision der zukünftigen Rolle der Systemanalyse in allen Forschungsbereichen entwickeln; davon abgeleitet soll die institutionelle Struktur optimiert werden; es soll eine enge Kooperation zwischen Systemanalyse und TA auf der einen Seite und der Technikentwicklung auf der anderen Seite intensiviert bzw. aufgebaut werden; die HGF soll die Unterstützung für Systemanalyse und TA vergrößern. Das zukünftige Profil der Systemanalyse und der TA in der HGF soll abdecken: Kooperation und Beratung in Fragen der Themenfindung in allen relevanten Forschungsrichtungen der HGF (Foresight); Analyse des gesellschaftlichen Umfeldes der HGF-Forschung (sozial, wirtschaftlich, politisch), (klassische) Technikfolgenabschätzung, systematische Erfassung relevanter Daten-

sätze (z. B. Lebenszyklusdaten) sowie Eigenforschung zu gesellschaftlichen Reaktionen auf neue Entwicklungen in Wissenschaft und Technik. Vom Helmholtz-Senat wurde auf der Basis einer entsprechenden Empfehlung der Senatskommission „Erde und Umwelt“ beschlossen:

„The future structure of the work in systems analysis and technology assessment within the entire Helmholtz Association needs to be revisited. It should develop a strategic vision for an integrated system analytic perspective of all its major programmes and research fields and delineate from this vision the appropriate organisational and institutional structure taking into account two aspects. First it is of crucial importance that the systems analysis groups are in close and intimate contacts with the technical and natural science departments that they are supposed to cooperate with. Second, it has to be ensured that the strategic advice given is based on independent and high quality future knowledge about the interface between society, technology and the environment facing the requirements of sustainable development.”

Der Identifikation von Zukunftsthemen, der Prioritätensetzung und dem Agenda-Setting kommt in der programmorientierten HGF eine höhere Bedeutung zu. Grundgedanke dieser Senatsempfehlung zur Systemanalyse ist – neben einer Verbesserung der internen Koordination –, die Kompetenzen und das Wissen von Systemanalyse und Technikfolgenabschätzung *systematisch* zur Unterstützung dieser Helmholtz-internen Weiterentwicklung einzusetzen. Vom Präsidenten der Helmholtz-Gemeinschaft, Prof. Dr. Walter Kröll, wurde Prof. Dr. Armin Grunwald, Leiter des ITAS, gebeten, ein Strategiepapier zur Umsetzung dieser Empfehlungen in enger Zusammenarbeit mit den Fachkollegen und den Vorständen der beteiligten Zentren zu erstellen.

1.4 Die Verankerung des ITAS im Forschungszentrum Karlsruhe

Die ITAS-Arbeiten sind zu einem großen Teil in das Forschungsprogramm UMWELT (Nachhaltige Entwicklung, Energie- und Umwelttechnik) des Forschungszentrums Karlsruhe eingebunden. Nur die TA-Arbeiten zur Nanotechnologie sind im Programm NANOMIKRO des Forschungszentrums integriert. Die Realisierung der bereits erwähnten Architektur des übergreifenden Helmholtz-Programms „Nachhaltige Entwicklung und Technik“ erfolgt in diesen Programmen durch die enge fachliche Kooperation mit entsprechenden wissenschaftlich-technischen Forschungsinstituten auf dem Campus des Forschungszentrums

Karlsruhe. Hierzu gehören die Arbeiten zur Gaserzeugung aus Biomasse, die Abfallbehandlung sowie Fragen des nachhaltigen Bauens und Wohnens, welche in direkter Kooperation innerhalb der entsprechenden naturwissenschaftlich-technischen Programme bearbeitet werden. Arbeiten zur Nanotechnologie und zum Grid-Computing, welche sich auf andere Helmholtz-Forschungsbereiche beziehen, erfolgen ebenfalls in Kooperation mit den jeweiligen Programmen und Instituten.

Systemanalyse und TA einerseits und die wissenschaftlich-technischen Einrichtungen andererseits verstehen sich im Zuge der programmorientierten Förderung verstärkt als Partner, die in gemeinsame Vorhaben je verschiedene Wissensbestände einbringen, durch deren Integration ein erkennbarer Mehrwert entsteht.³ Auf diese Weise wird der integrierte Ansatz einer Kooperation von Systemanalyse/TA und den technischen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben Realität, wie er Ausdruck der bereits genannten Programmarchitektur des HGF-Programms „Nachhaltige Entwicklung und Technik“ ist. Für die Realisierung dieses ambitionierten Ansatzes existieren im Forschungszentrum Karlsruhe gute Voraussetzungen, die es über die bisherige Nutzung hinaus weiter auszubauen gilt.

1.5 Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB)

Das *Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB)* wurde 1990 eingerichtet mit dem Ziel, Beiträge zur Verbesserung der Informationsgrundlagen insbesondere forschungs- und technologiebezogener parlamentarischer Beratungsprozesse zu leisten. Zu den Aufgaben des TAB gehören vor allem die Konzeption und Durchführung von Projekten der Technikfolgenabschätzung und – zu deren Vorbereitung und Ergänzung – die Beobachtung und Analyse wichtiger wissenschaftlich-technischer Trends und damit zusammenhängender gesellschaftlicher Entwicklungen.⁴

3 Im Heft 4/2004 der „Nachrichten“ des Forschungszentrums, das der TA und Systemanalyse gewidmet ist, findet sich ein umfassender Überblick über diese Einbindungen und Kooperationen (Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse 2004).

4 Gerade im Erscheinen befindet sich ein Buch, in dem das TAB-Team über die nunmehr 15 Jahre der Erfahrungen mit wissenschaftlicher Politikberatung am Deutschen Bundestag berichtet und reflektiert (Petermann/Grunwald 2005).

Das TAB ist eine selbständige organisatorische Einheit des ITAS. TAB und ITAS arbeiten sowohl bei der Durchführung von Projekten als auch bei der methodischen und konzeptionellen Weiterentwicklung der Technikfolgenabschätzung eng zusammen. Seit Beginn der neuen Vertragsperiode zwischen dem Forschungszentrum Karlsruhe und dem Deutschen Bundestag im September 2003 kooperiert das TAB in Teilbereichen seines Aufgabenspektrums mit dem Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (FhG-ISI) in Karlsruhe. Zwei Studien, die im Berichtszeitraum abgeschlossen wurden und die besondere Aufmerksamkeit erreichten, waren die Arbeiten zur Nanotechnologie (Paschen et al. 2004) und der Bericht zu Biometrie und Ausweisdokumenten (Petermann et al. 2003).

Im Berichtszeitraum wurde vor allem an den folgenden Projekten gearbeitet, welche zurzeit gerade abgeschlossen sind oder sich in der Schlussphase befinden:

- Analyse netzbasierter Kommunikation unter kulturellen Aspekten,
- Grüne Gentechnik – transgene Pflanzen der 2. und 3. Generation,
- Moderne Agrartechniken und Produktionsmethoden (enge Kooperation ITAS/TAB),
- Reduzierung der Flächeninanspruchnahme – Ziele, Maßnahmen, Wirkungen (enge Kooperation ITAS/TAB),
- Zukunftstrends im Tourismus,
- eLearning,
- Leichter als Luft-Technologie: Innovations- und Anwendungspotenziale,
- Technikakzeptanz und Kontroversen über Technik: Neue Formen des Dialoges zwischen Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit,
- Nachfrageorientierte Innovationspolitik (Federführung beim ISI),
- Zukunft der Erwerbsarbeit – Arbeiten in der Zukunft (Federführung beim ISI).

1.6 Ausblick

Die weiteren Perspektiven der Arbeit des ITAS ergeben sich aus den sich verändernden gesellschaftlichen Problemverständnissen hinsichtlich Technik, aus den eingegangenen Verpflichtungen und aufgebauten Kompetenzfeldern, aus den Intentionen und Visionen des Instituts und aus den Änderungen der externen Rahmenbedingungen. Besondere Bedeutung haben hierbei

- die Entwicklungen in der Helmholtz-Gemeinschaft und im Forschungszentrum Karlsruhe,
- das 7. Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Kommission,
- die Veränderung in der internationalen Landschaft der Forschung und Entwicklung,
- die Gründung des „Netzwerks TA“ im Jahre 2004 (vgl. www.netzwerk-TA.net).

Inhaltlich sind es natürlich die wissenschaftlich-technischen Entwicklungen, ihre Potenziale, Folgen und Probleme, die das ITAS weiter beschäftigen werden. An Aufgaben für Technikfolgenabschätzung wird es auch in Zukunft nicht mangeln. Der Bedarf nach der Erforschung von Technikfolgen und nach besserer Kenntnis der Schnittstellen zwischen Wissenschaft, Technik und Gesellschaft und der Bedarf an wissenschaftlicher Politikberatung werden weiter wachsen. Vor diesem Hintergrund stellen sich in der nächsten Zeit vor allem die folgenden inhaltlichen Herausforderungen:

- Die Ausbuchstabierung des Leitbildes der nachhaltigen Entwicklung ist bei weitem nicht abgeschlossen. Aufbauend auf der ITAS-Kompetenz in diesem Bereich werden weitere Fragen der Operationalisierung von Nachhaltigkeit bearbeitet werden. Insbesondere sind bislang die Bezüge zu den Anforderungen der Technikgestaltung nicht hinreichend hergestellt worden. Außerdem sind in der Frage eines nachhaltigen Umgangs mit natürlichen Ressourcen noch viele Fragen offen.
- In der Kooperation zwischen TA und einigen Zweigen der Innovationsforschung sind neue Erkenntnisse zu erwarten. Das ITAS wird hierbei zu den Technikfeldern Informations- und Kommunikationstechnologie, Nanotechnologie und Materialforschung arbeiten.
- Ethische Fragen werden weiter an Gewicht gewinnen. Insbesondere im Zusammenhang mit dem verantwortlichen Umgang mit Wissen und Nichtwissen entstehen neue Anfragen an die „Wissenspolitik“ (Stehr), zu deren Beantwortung auch TA gefragt ist.

Die Forschungs- und Beratungserfolge der letzten Jahre – nicht nur im engeren Berichtszeitraum, sondern in den ganzen zehn Jahren, die im Kap. 2 dieses Jahrbuchs aufscheinen – und ihre Resonanz in Wissenschaft, Politik und Gesellschaft,

wie sie in diesem Band nachzulesen sind, machen das produktive und kreative Potenzial von Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse deutlich.

Literatur

- Achternbosch, M.; Bräutigam, K.-R.; Hartlieb, N.; Kupsch, Ch.; Stemmermann, P.; Richers, U. (2004): Auswirkungen des Einsatzes von Abfällen bei der Zementherstellung auf die Spurenelementgehalte von Zement und Beton. Forschungszentrum Karlsruhe – Nachrichten, Jg. 36, Heft 4, S. 213-218
- Bora, A.; Decker, M.; Grunwald, A.; Renn, O. (2005, Hg.) Technik in einer fragilen Welt. Die Rolle der Technikfolgenabschätzung Berlin: edition sigma (in Vorbereitung)
- Brinckmann, A. (2005): Zur Entwicklung von Systemforschung und Politikberatung in der Bundesrepublik Deutschland: Die Studiengruppe für Sozialforschung, Heidelberg. Berlin: edition sigma (in Vorbereitung)
- Coenen, R.; Grunwald, A. (2003, Hg.): Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland. Analyse und Lösungsstrategien. Berlin: edition sigma (Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland, Bd. 5)
- Decker, M.; Ladikas, M. (2004, Hg.): Bridges between Science, Society and Policy. Technology Assessment – Methods and Impacts. Berlin, Heidelberg: Springer
- Grunwald, A. (2003): Nachhaltige Entwicklung und Technik. Gaia Jg. 12, H. 2, S. 144-147
- Kopfmüller, J. (2005, Hg.): Das integrative Konzept nachhaltiger Entwicklung in der Praxis. Berlin: edition sigma (in Vorbereitung)
- Leible, L.; Arlt, A.; Fürniß, B.; Kälber, S.; Kappler, G.; Lange, S.; Nieke, E.; Rösch, C.; Wintzer, D. (2003): Energie aus biogenen Rest- und Abfallstoffen. Bereitstellung und energetische Nutzung organischer Rest- und Abfallstoffe sowie Nebenprodukte als Einkommensalternative für die Land- und Forstwirtschaft – Möglichkeiten, Chancen und Ziele. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe (Wissenschaftliche Berichte, FZKA 6882)
- Paschen, H.; Coenen, C.; Fleischer, T.; Grünwald, R.; Oertel, D.; Revermann, C. (2004): Nanotechnologie. Forschung, Entwicklung, Anwendung. Berlin, Heidelberg: Springer
- Petermann, T.; Grunwald, A. (2005, Hg.): Technikfolgenabschätzung für den Deutschen Bundestag. Das TAB – Erfahrungen und Perspektiven. Berlin: edition sigma (im Druck)

- Petermann, T.; Scherz, C.; Sauter, A. (2003): Biometrie und Ausweisdokumente. Leistungsfähigkeit, politische Rahmenbedingungen, rechtliche Ausgestaltung. Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB-Arbeitsbericht Nr. 93)
- Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (2004). Forschungszentrum Karlsruhe – Nachrichten Jg. 36, Heft 4
- Wingert, B.; Berg, I. von (2004, Hg.): Systemanalyse und Technikfolgenabschätzung als Politikberatung in Deutschland. Versuch einer Würdigung von Reinhard Coenen. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis Jg. 13, Heft 1

2 Zehn Jahre ITAS – ausgewählte Aufsätze

Dieser zweite Hauptteil des Jahrbuchs versammelt Wiederabdrucke von 16 Aufsätzen aus zehn Jahren Forschung des ITAS. Diese Auswahl erhebt keinen Anspruch darauf, alle Forschungsaktivitäten dieses Zeitraums repräsentativ abzudecken. Das wäre bei dem zur Verfügung stehenden Platz nicht möglich gewesen. Leitender Gesichtspunkt bei der Auswahl war der Versuch, die unterschiedlichen Forschungsfelder, die verschiedenen methodischen Ansätze sowie die mannigfachen Darstellungsformen – vom aktuellen „Forschungskommentar“ über den Handbuchartikel und Fachaufsatz bis zum disziplinären wissenschaftlichen Beitrag – in herausragenden Publikationen aus wissenschaftlichen Zeitschriften und Sammelbänden abzubilden.

Der Wiederabdruck – mit freundlicher Genehmigung der jeweiligen Verlage – folgt in Rechtschreibung und Zitierweise dem Original, woraus sich eine gewisse Uneinheitlichkeit ergibt. In wenigen Fällen mussten Kürzungen vorgenommen werden, die an den betreffenden Stellen vermerkt sind. Den Aufsätzen vorangestellt wurde jeweils ein Vorspann, der aus heutiger Sicht in das Thema einführt, die Einbettung in die Forschungsarbeiten beim ITAS erläutert und gegebenenfalls weitere Hinweise zur Bedeutung des Aufsatzes und zu den Gründen seiner Auswahl für dieses Jahrbuch gibt. Die Aufsätze sind nach den Namen der Autorinnen und Autoren alphabetisch angeordnet.



Matthias Achternbosch (ITAS),
Ulf Richers (Institut für Technische Chemie – Zentralabteilung
Technikbedingte Stoffströme)

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Technische Chemie des Forschungszentrums Karlsruhe wurden von ITAS von 1994 bis 1999 mit Stoffstromanalysen abfallwirtschaftliche Fragestellungen untersucht, die zu dieser Zeit in der Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit diskutiert wurden. Dieses Analyseinstrument, das Anfang der neunziger Jahre des letzten Jahrhunderts von ITAS für ausgewählte Themenfelder erstmalig erprobt wurde, wurde auch für abfallwirtschaftliche Problemstellungen verwendet und methodisch weiterentwickelt.

Die Rolle der thermischen Abfallbehandlung in der Abfallwirtschaft und der Schadstoffausstoß mit den Rauchgasen bei den Müllverbrennungsanlagen (MVA) waren in den achtziger und neunziger Jahren wichtige Diskussionspunkte. Stufenweise wurden die Emissionsgrenzwerte für die MVA vermindert, zuerst durch die Technische Anleitung Luft (1986) und dann durch die 17. Bundesimmissionschutzverordnung (1992), wodurch bei den Anlagen jeweils Nachrüstungen für die Rauchgasreinigung erforderlich wurden. Darüber hinaus wurde von den Genehmigungsbehörden oft eine weitgehende Unterschreitung der Emissionsgrenzwerte gefordert. Dies führte zu immer aufwändigeren und teureren Abgasreinigungssystemen. In einem Projekt wurde von 1997 bis 1999 eine vergleichende Systemanalyse durchgeführt, in dem der Zusammenhang zwischen dem Aufbau der Rauchgasreinigungsanlage, den entstehenden Emissionen, den Rückstandsmengen und den Investitionskosten aufgezeigt wurde. Die Ergebnisse dieses Projektes wurden in den europäischen „Best Available Techniques Reference Documents“ (BREF) für „Waste Incineration“ des European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB) in Sevilla berücksichtigt.

Material flows and investment costs of flue gas cleaning systems of municipal solid waste incinerators (MSWI)

Matthias Achternbosch, Ulf Richers

Zuerst erschienen in: Proceedings of the International Conference on Incineration and Thermal Treatment Technologies (IT3), Portland, Oregon, May 8-12, 2000. Irvine, California: The Regents University of California 2000 (CD-ROM)

Abstract

The aim of this study is a comparison of four different flue gas cleaning systems of municipal solid waste incinerators (MSWI). The main topic of the investigation is the relationship between type of flue gas cleaning system and investment costs. This comparison will be done with the aid of material flow analysis. The elements chlorine, sulfur and mercury are considered. In addition, the amounts of residues will be taken into consideration. As a result of this work, a flue gas cleaning concept with a wet flue gas cleaning system equipped with fabric filter followed by a two-stage scrubber system seem to be very interesting for the construction of new plants.

Introduction

The incineration of municipal solid waste makes a contribution to waste disposal in Germany irrespective of a discussion about waste management. Up to the year 2000, 57 municipal solid waste incinerators (MSWI) equipped with grate furnaces are in operation in Germany with a total capacity of 13.5 Mio t waste per year. Additionally no less than 7 new incinerators are planned. Other technologies for thermal waste treatment like pyrolysis or gasification were applied in 4 plants (1).

In future, older plants have to be replaced and new incinerators have to be built to meet the requirements of the TA Siedlungsabfall (Technical Directive for Recycling, Treatment and Other Management of Residential Wastes). In connection with these aspects, a question arises about the selection of adequate flue gas cleaning technologies. The partially expensive flue gas cleaning systems installed in operating MSWI are the result of the several times upgraded emission stan-

dards during the last 15 years and often - on top of that - of demands to stay even far below those stringent limits.

There is a lack of detailed comparison between different flue gas cleaning systems including the examination of the distribution of pollutants, the need for auxiliary chemicals, the amounts of residue and finally additional consideration of the investment costs.

MSWI-Technology and Flue Gas Cleaning

Grate firing systems shown in figure 1 are mainly used for thermal waste treatment in Germany. The waste delivered is stored in the bunker (1). A charging system fed by a crane is used to load the incineration chamber (furnace) (3) where the waste is incinerated on a grate. The air necessary for combustion is fed through the grate (primary air) and directly into the combustion chamber (secondary air). The incineration residue named as bottom ash falls into a bottom ash discharger and is transported by a conveyer to the bottom ash bunker (2).

The heat energy of the hot flue gas is used to generate steam in the boiler (4) above the furnace. The flue gas temperature decreases from up to 1000 °C down to the range of 200°C. The pollutants contained in the raw gas have to be separated in the flue gas cleaning installed downstream the boiler. The flue gas cleaning system shown in figure 1 is a simple wet one chosen from a large variety being developed to meet the emission limits. The first device is a fabric filter (5), followed by a HCl-scrubber (7) and a SO₂-scrubber (8). The pressure drop in the plant has to be compensated by the fan (6).

The first flue gas cleaning step is a dedusting device performed as a fabric filter (5). The addition of pulverised coke to the flue gas upstream the fabric filter makes the separation of PCDD, PCDF and mercury in this cleaning step possible, too. In wet flue gas cleaning plants like the example shown in figure 1 aqueous liquids are applied to separate HCl, SO₂ and other pollutants from the flue gas. In the first scrubber, an acid solution with pH 1 absorbs HCl. A neutral absorption solution must be applied in the second scrubber for SO₂ removal. The effluents of the scrubber system are vaporised with an evaporator plant (11) with the result of a solid residue. A Selective Non Catalytic Reduction (SNCR) System (12) installed in the boiler reduces the nitrogen oxide emissions. Other municipal solid waste incinerators in Germany with wet flue gas cleaning are equipped with additional flue gas cleaning steps. An entrained flow reactor or a carbon adsorber are built downstream the scrubber system to reduce the emissions of PCDD, PCDF and

mercury and instead of a SNCR-System a Selective Catalytic Reduction (SCR) System is installed in some cases.

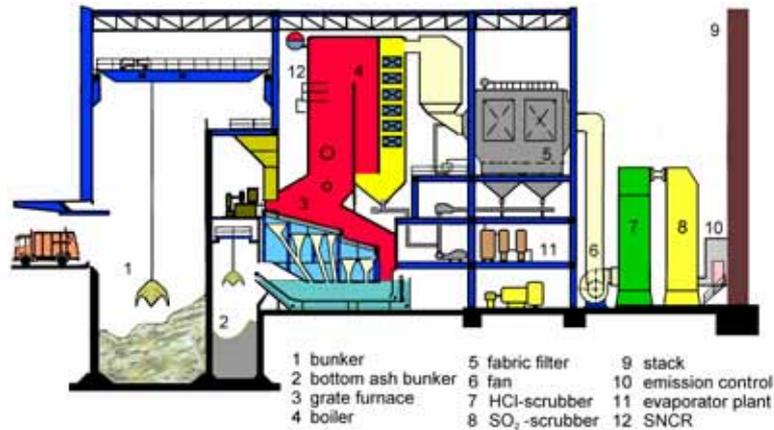


Figure 1: Scheme of a Municipal solid waste incinerator with flue gas cleaning.

Additional variations of wet flue gas cleaning result from the demand for a waste water free plant operation. To achieve this, a spray dryer partial in combination with a further dedusting device is employed.

In Germany not only wet flue gas cleaning systems are in use for cleaning the flue gases generated by MSWI. Semi-wet and semi-dry systems are in existence, too. In a semi-wet cleaning process, a slurry of a calcium compound, general calcium hydroxide, is used for separation of HCl, SO₂ and other pollutants. In a semi-dry process, a pulverized calcium compound is injected after cooling the gas by injecting water. In both cases, a solid product is formed, which have to be separated from the flue gas by using a fabric filter or electrostatic precipitator.

Approach and system boundary

The material flow calculation can be carried out with data and information from technical scale MSWI, but earlier work (2, 3) had shown differing material flows for identical flue gas cleaning due to different plant operation. For that reason the material flows calculated in this work are based on a model plant with typical fuel and furnace parameters of technical scale plants in Germany. Additional informa-

tion about each flue gas cleaning step is taken from the literature or is obtained from plant manufactures and operators.

The system boundary selected for balances comprises the entire flue gas cleaning plant. The area of coverage begins downstream the boiler and ends with the stack. The flue gas, the auxiliary chemicals required and the resulting residues were taken into consideration. The results described are limited to SO_2 , HCl and mercury. The values given are related to 1 ton (t_w) of waste burned and calculated for the chemical elements. This was necessary to take into account the different chemical compounds of pollutants generated due to the chemical reactions in the in the flue gas cleaning plant.

Balances of the flue gas cleaning systems

This section contains a short description and the corresponding balances of 4 flue gas cleaning systems considered in this study. For the separation of the pollutants in the model plants A and B a wet flue gas treatment process is applied. In the case of plant A relatively simple construction is considered. In contrast plant B is more complex with a spray dryer and a fine cleaning stage upstream the stack. Plant C is considered to operate with a semi-wet system whereas plant D is equipped with a semi-dry flue gas cleaning system.

Plant A

The flue gas cleaning system of plant A corresponds to the flue gas cleaning system presented in figure 1. It consists of a fabric filter and a two stage scrubber system. For the balances it is assumed that the SNCR process has no influence on the material flows. Figure 2 shows the balance of chlorine.

According to the model calculations the dusty raw gas downstream the boiler transports 5890 g/ t_w chlorine in all plants considered in this study.

The fabric filter removes 720 g/ t_w chloride bound in the filter ash. The main amount of chlorine (4587 g/ t_w) is absorbed in the first scrubber. The second scrubber removes only small quantities (569 g/ t_w) of chlorine from the flue gas. The waste water treatment of the scrubber liquids occurs outside the system boundary. The clean gas which leaves the stack contains 14.1 g/ t_w of chlorine.

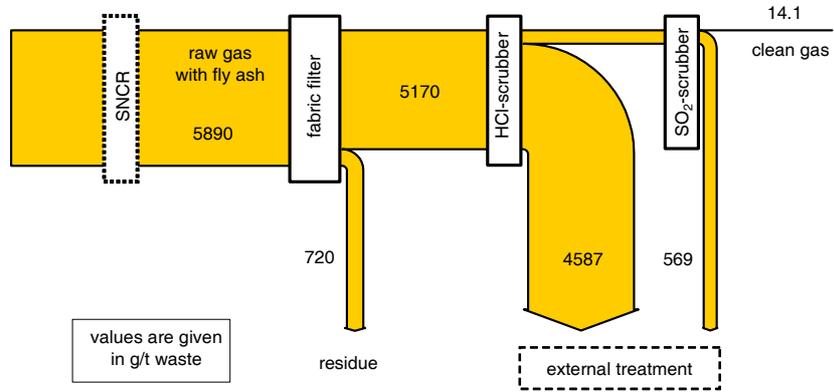


Figure 2: Chlorine balance of plant A.

The sankey diagram in figure 3 shows a different distribution of sulfur in the flue gas cleaning.

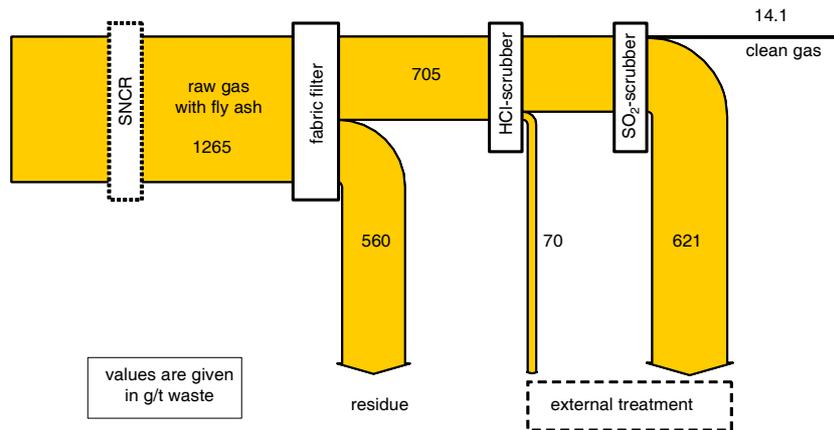


Figure 3: Sulfur balance of plant A.

The balance starts with 1265 g/tw sulfur in the dusty raw gas downstream the boiler. The fly ash, which arises in the fabric filter, contains 560 g/tw of sulfur.

Only small amounts of sulfur (70 g/tw) are removed in the first scrubber, whereas large amounts of sulfur (621 g/tw) are absorbed in the second scrubber which uses a NaOH solution. Waste water from the scrubber system is externally treated as mentioned above. According to the calculations 14.1 g/tw of sulfur pass the stack to the atmosphere.

Figure 4 shows the expected distribution for mercury arisen from the properties of mercury. The calculations indicate that the dusty raw gas contains 1.65 g/tw of mercury. In the incineration process most of the mercury is passed to the flue gas as HgCl_2 and is taken up to 90 % (1.485 g/tw) by coke injected into the gas upstream the fabric filter. The absorber liquid in the first scrubber removes 0.138 g/tw of mercury from the flue gas. Only very small amounts (0.0081 g/tw) of mercury are absorbed in the second scrubber. As mentioned, the waste water treatment and the evaporation of the scrubber effluents is made externally. Only very low amounts of mercury remain in the clean gas.

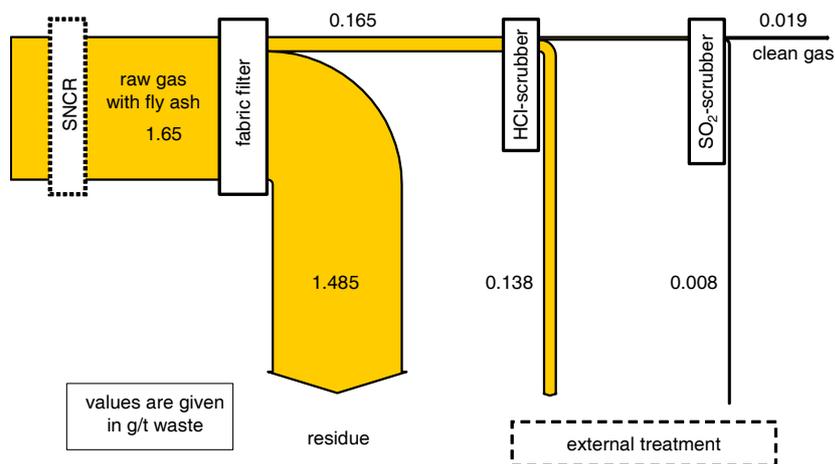


Figure 4: Mercury balance of plant A.

Plant B

Plant B is equipped with a more complex wet flue gas cleaning system shown in figure 5. For cleaning the flue gases an electrostatic precipitator, a spray dryer, a second electrostatic precipitator, a two-stage scrubber system and a carbon adsorber are used.

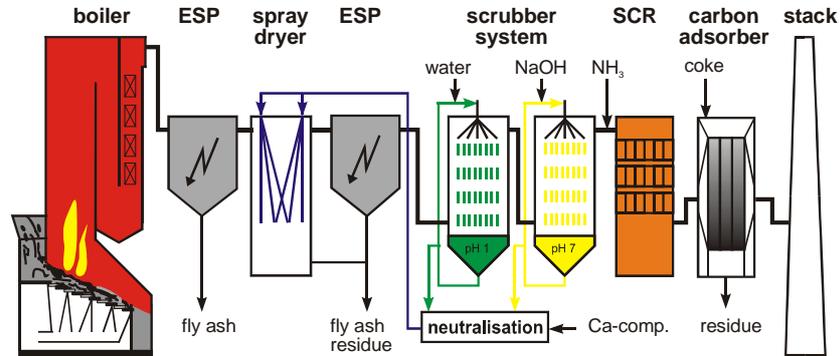


Figure 5: Flue gas cleaning system of plant B.

The first electrostatic precipitator separates the dust from the raw gas. The heat content of the raw gas is used to evaporate the neutralized effluents generated by the scrubber system. The resulting salt residues are precipitated in the second electrostatic precipitator. The gaseous acid pollutants are then absorbed in the two-stage scrubber system. The effluents are fed back to the spray dryer. After a SCR process the flue gas passes a carbon adsorber as fine cleaning stage.

Figure 6 shows the balance of chlorine in plant B. For chlorine, the mass flow of the dusty raw gas is again calculated to 5890 g/tw. The first electrostatic precipitator separates 720 g/tw chloride, bound in the fly ash.

For the removal efficiency it is assumed that the electrostatic precipitator has the same efficiency as a fabric filter, since the slightly higher efficiency of the fabric filter has no significant effect on the material flows. The path of the flue gas through the spray dryer has no influence on the chlorine flow. In total 5156 g/tw chlorine are removed in the two-stage scrubber system. Due to the evaporation of the scrubber liquids in the spray dryer the same amount of chlorine is precipitated as residue in the second electrostatic precipitator. The SCR process downstream the scrubber system has no influence on the chlorine flow. The carbon adsorber removes approximately half of the chlorine flow. Finally, the clean gas contains only 7 g/tw of chlorine.

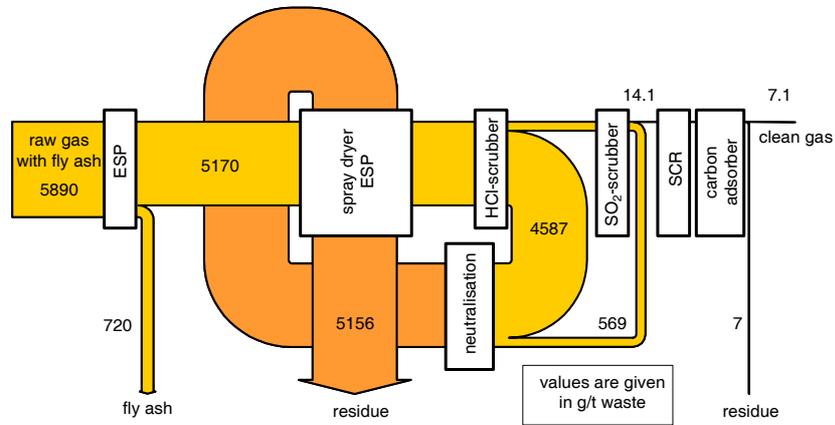


Figure 6: Chlorine balance of plant B.

Figure 7 shows the material flow of sulfur in plant B. According to calculations of all model plants the raw gas downstream the boiler contains 1265 g/tw of sulfur. In the first scrubber only 70 g/tw of sulfur is absorbed.

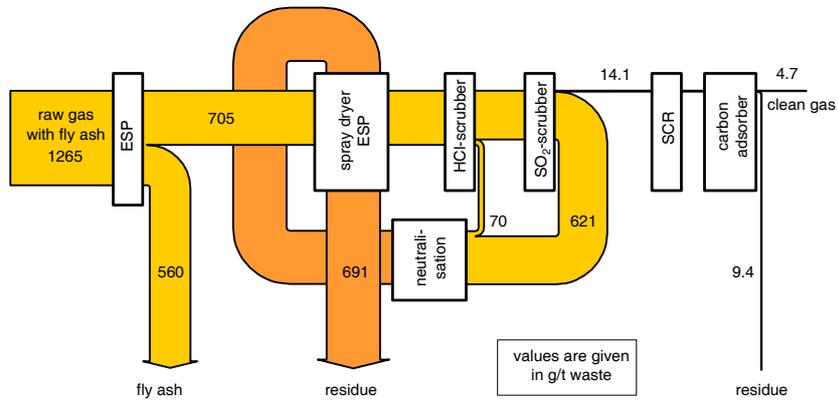


Figure 7: Sulfur balance of plant B.

The second scrubber takes up 621 g/tw of sulfur. In total 691 g/tw sulfur arises as residue after the evaporation of the effluents. The sulfur flow is not influenced by the SCR stage. According to the model calculation the carbon adsorber removes approximately 9 g/tw sulfur from the flue gas. As a result the clean gas contains approximately 5 g/tw of sulfur.

The mercury balance of plant B is shown in figure 8. According to the model calculation the mercury flow in the dusty raw gas is 1.65 g/tw.

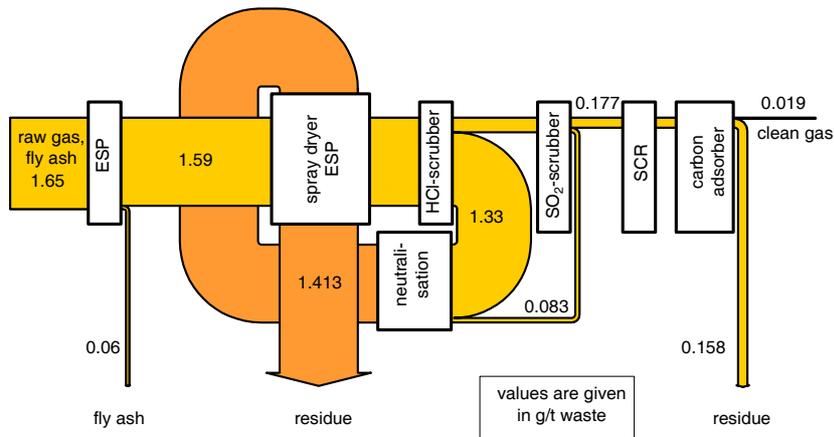


Figure 8: Mercury balance of plant B.

With the electrostatic precipitator 0.06 g/tw mercury bound in the fly ash are removed from the gas. The spray dryer does not change the mercury flow. The main amount of mercury is absorbed in the HCl-scrubber, in which 1.33 g/tw of mercury are absorbed. The second scrubber takes up only small amounts (0.08 g/tw) of mercury. The effluents produced in the scrubbers are neutralized and treated with a precipitating agent before being piped to the spray dryer. The carbon adsorber reduces the mercury load down to 0.019 g/tw.

Plant C

Plant C is equipped with the semi-wet process which differs in construction and in use of auxiliary chemicals from the wet flue gas cleaning systems discussed above.

As shown in figure 9 the flue gas cleaning of plant C consists of a SNCR process and a spray absorber followed by a fabric filter.

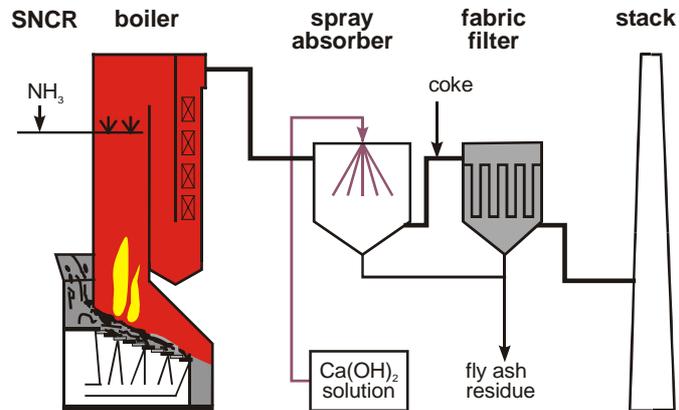


Figure 9: Flue gas cleaning system of plant C.

Pollutants are separated from the raw gas in a spray absorber in which a slurry of calciumhydroxide is injected. The slurry water evaporates and the calciumhydroxide reacts with the acid pollutants. For the removal of particularly heavy metals and PCDD/F coke has to be injected upstream the fabric filter. The resulting salts, the loaded coke and the fly ash are separated in the fabric filter. For the reduction of NO_x in the flue gas a SNCR process is applied. The SNCR process has no effect on the material flows of the elements considered.

As in all model plants, the chlorine balance which is shown in figure 10 starts with 5890 g/t_w of chlorine in the raw gas. After the injection of the calciumhydroxide slurry, chlorine is removed from the flue gas as calciumchloride and as part of the fly ash respectively. In total 5867 g/t_w of chlorine are obtained in the residue. In the clean gas remains 23.5 g/t_w of chlorine.

The distribution of sulfur is shown in figure 11. The injection of the calciumhydroxide slurry causes the precipitation of 1242 g/t_w sulfur and 23.5 g/t_w of sulfur are emitted into the atmosphere.

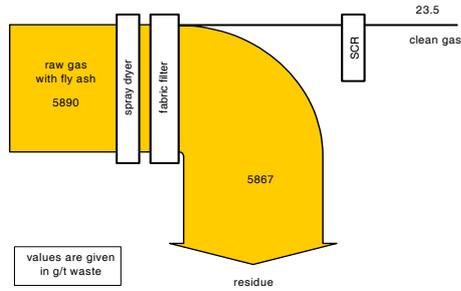


Figure 10: Chlorine balance of plant C.

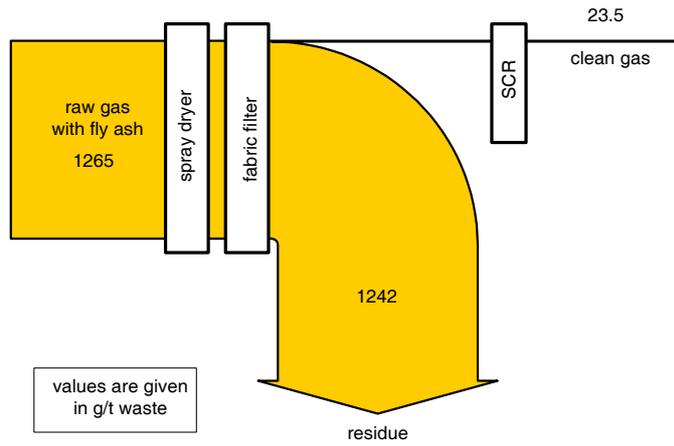


Figure 11: Sulfur balance of plant C.

Figure 12 shows the material flows of mercury in plant C which starts with 1.65 g/tw of mainly gaseous mercury in the dusty raw gas. In the spray absorber

the injection of calciumhydroxide causes no significant separation of mercury. The addition of coke allows the separation 1.63 g/tw of mercury from the flue gas. This results in a mercury load of 0.019 g/tw in the clean gas.

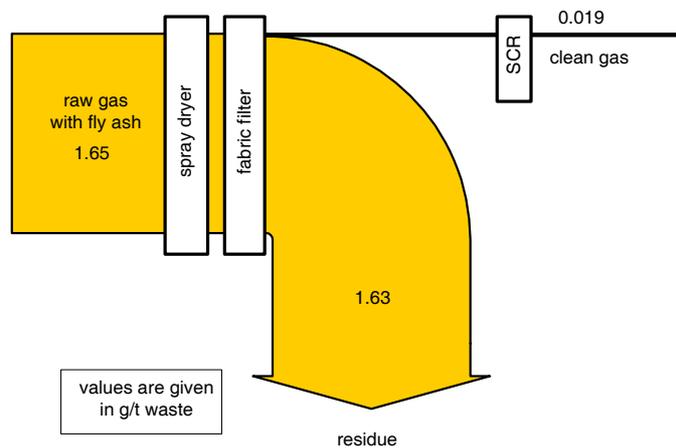


Figure 12: Mercury balance of plant C.

Plant D

Plant D uses a semi-dry process for the removal of pollutants in the flue gas. The construction of this system is similar to the semi-wet flue gas cleaning described above. It consists of a SNCR process, a cooler and a fabric filter.

For the reduction of NO_x a SNCR process is used. In the cooler the flue gas is cooled by water injection to generate optimal conditions for pollutant separation. In a next step, a calcium compound and coke are injected in form of dry powder into the conditioned raw gas. The pollutants react with the calcium compound or are adsorbed by the coke. The solid residues are separated in the fabric filter.

The model calculations have been performed in such a manner, that the material flows of chlorine, sulfur and mercury in the semi-wet process and the semi dry process are the same. But it is important, that a higher amount of neutralisation agents is required in the semi dry process of plant D to achieve this aim. As a result, there is no difference in material flows of the elements considered in plant C and plant D. Therefore the distribution of the elements can be seen in the sankey-diagrams of plant C, too.

Amounts of residue – comparison of the plants

The amount of residues arising in the flue gas cleaning is controlled by the consumption of auxiliary agents for the neutralisation of acid pollutants and the fly ashes. In this study NaOH and Ca(OH)₂ are used in the wet process and only Ca(OH)₂ in the semi-wet and conditioned semi-dry process. The model calculations in this study assume an amount of fly ashes of 16 kg/t_w. The use of coke in the fabric filter and carbon adsorber as well as the precipitation agent for the removal of heavy metals in the scrubber effluents are taken into account.

The consumption of neutralisation agents depends on the process used for the separation of the acid pollutants. Semi-wet and semi-dry processes have a need for different stoichiometric ratios to remove the pollutants. The stoichiometric ratio is the quotient of chemical equivalent of neutralisation agents to chemical equivalent of acid pollutants. If the stoichiometric ratio increases, an excess of neutralisation agents is indicated and this results in an increase of the residues. Table I compiles stoichiometric ratios used in this study and the values listed in the literature.

Table I: Stoichiometric Ratios

<i>Process</i>	<i>Stoichiometric ratio used in this study</i>	<i>Ranges in literature</i>
Wet	1.1	1.1 – 1.4
Semi-wet	2.5	2.2 – 3.0
Semi-dry	2.8	2.4 – > 3

The higher emissions calculated for plants C and D can be avoided by a higher stoichiometric ratio as shown in table I. The use of calcium compounds which have an improved activity are not considered in this study due to relatively high costs.

The effluent evaporation actually lies outside the system boundary. For comparison, it is assumed that the residues of the external evaporation are approximately equal to the amount of the residues of the spray dryer. Table II compares the total amounts of residues in all model plants.

Table II: Total Amounts of Residues in all Model Plants

<i>Plant</i>	<i>Residue from neutralisation</i> [kg/t _w]	<i>Fly ash</i> [kg/t _w]	<i>Lime/Coke or coke</i> [kg/t _w]	<i>TMT-15</i> kg/t _w]	<i>Residue from external evaporation</i> [kg/t _w]	<i>In total</i> [kg/t _w]
A	12.6	16	1	0.019	-	29.7
B	external	16	1	-	12.6	29.7
C	2	16	1.5	-	-	39.9
D	24.5	16	2.2	-	-	42.7

TMT-15TM: 15% solution of trimercaptotriazine

Investment costs

The cost analysis was extensive and difficult. The calculation of the specific disposal costs of the model plants does not make sense, since in real MSWI local waste management and other conditions generate complex effects on costs.

For this reason only the investment costs of flue gas cleaning stages are taken into consideration without instrumentation, control and additional costs respectively. For the calculations a plant with two boilers, each one equipped with a flue gas cleaning system, and a total annual capacity of 200,000 t of waste is taken into account as example.

In the last few years an investment cost decay of design and manufacture of apparatus occurred. The investment costs of an individual flue gas cleaning stage are in the range of \$0.25 - \$3.5 million related to our example plant. The investment costs of complete flue gas cleaning plants are calculated by addition of individual stages. The resulting costs for the flue gas cleaning plants are in the range of \$7 - \$15 million.

Conclusions

The balances calculated for chlorine and sulfur are different for the considered flue gas cleaning systems. The wet flue gas cleaning systems with fine purification upstream the stack show the lowest emissions. In this study, higher emissions were calculated in the case of semi-wet and semi-dry flue gas cleaning plants. The higher emissions are due to stoichiometric ratios and other model parameters defined in this study. By use of a higher stoichiometric ratio the higher emissions can be avoided. Nevertheless, the emission limits of legal regulations are not exceeded in all cases. In contrast, no such dependence on the type of flue gas clean-

ing system can be seen for mercury. This fact is objectively based on the uncertainty about the removal efficiencies of the flue gas cleaning steps, in particular the fine purification stages.

The amount of residues depends on the stoichiometric ratio used for separation of the acid pollutants. Other auxiliary agents do not significantly influence the residue amount. Therefore, the wet flue gas cleaning systems are distinguished by the lowest amounts.

The semi-wet and semi-dry systems have the lowest investment costs. Only slight differences in the investment costs exist between these plants. A wider range of the investment costs is calculated for wet flue gas cleaning systems. A wet system constructed in a relatively simple manner is only slightly more expensive than a semi-wet sorption system.

As a result of our study, a wet flue gas cleaning system, consisting of a fabric filter and a two-stage scrubber-system is an interesting alternative. This plant generates small amounts of residues in connection with relatively low investment costs.

References

1. Umweltbundesamt, „Thermische, mechanisch-biologische Behandlungsalgen und Deponien für Siedlungsabfälle in der Bundesrepublik Deutschland“. Draw up by M. Bart, B. Johnke, W. Butz, 2. Edition 10/1999 (1999).
2. M. Achternbosch, U. Richers, „Comparison of Material Flows in Sewage-free and Sewage-generating Flue Gas Purification Systems of Municipal Waste Incineration Plants“, Proceeding of 6th Annual Waste-To-Energy Conference, May 11-13, 1998, Miami-Beach, FL (1998).
3. M. Achternbosch, U. Richers, „Vergleich und Beurteilung von Stoffströmen der abwasserfreien und abwassererzeugenden Verfahren der „nassen“ Rauchgasreinigung von Hausmüllverbrennungsanlagen“ Forschungszentrum Karlsruhe, Wissenschaftliche Berichte, FZKA 5874, Juli 1997 (1997).



Gotthard Bechmann,
Günter Frederichs (ohne Bild) (beide ITAS)

Der vorliegende Artikel ist Ergebnis eines Forschungsprojekts, das 1993 vom Forschungsministerium in Auftrag gegeben wurde. Die Klimafolgenforschung als interdisziplinäre Forschung wird hier zum Anlass genommen, darüber zu reflektieren, ob sich nicht neben Grundlagenforschung und angewandter Forschung ein neuer Forschungstypus etabliert, den man als „problemorientierte Forschung“ bezeichnen könnte.

Die Entstehung einer „entscheidungsbezogenen Wissenschaft“ kann man als Antwort des Wissenschaftssystems auf die neuen Anforderungen betrachten, die von Seiten der Gesellschaft an die Wissenschaft gestellt werden. Sie ist durch zwei wesentliche Merkmale gekennzeichnet. Mit der Integration in den politischen Regulierungsprozess und den ökonomischen Verwertungsprozess verliert die Wissenschaft ihre Unschuld, die sie durch die Norm der Wertfreiheit lange verteidigt hatte. Die Wissenschaft stößt in Anwendungsbereiche vor, in denen sogar diejenigen Interdependenzen, die sich noch erfassen oder gar technisch erzeugen lassen, nicht mehr beherrschbar sind. Im Unterschied zur „normal science“, wo sich die Wissenschaft nur solche Fragen stellt, die sie mit ihren Mitteln beantworten kann, muss man heute erkennen (besonders in der Umweltforschung), dass sie an nachweisbare Grenzen ihrer Analyse- und Prognosefähigkeit stößt. In neuartiger Weise entsteht gewusstes Nichtwissen.

In der daran anschließenden wissenschaftlichen Diskussion ist der Begriff „problemorientierte Forschung“ schnell aufgegriffen worden. Insofern hat sich der Artikel sowohl in wissenschaftssoziologischer als in gesellschaftstheoretischer Hinsicht als anschlussfähig erwiesen.

Problemorientierte Forschung: Zwischen Politik und Wissenschaft

Gotthard Bechmann, Günter Frederichs

Zuerst erschienen in: Bechmann, G. (Hrsg.): Praxisfelder der Technikfolgenforschung – Konzepte, Methoden, Optionen. Frankfurt u. a.: Campus 1996, S. 11-37 (Veröffentlichungen des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), Bd. 3)

1 Technikfolgenabschätzung als problemorientierte Forschung

Die klassische Vorstellung, Technikfolgenabschätzung (TA) sei in einem instrumentellen Sinn wissenschaftliche Politikberatung (Pinkau 1991), hat an Plausibilität verloren, jedenfalls soweit sie das Bild des Gebens und Nehmens wissenschaftlicher Informationen beinhaltet. Schon Alvin Weinberg (1972) hat darauf hingewiesen, daß die Wissenschaft auf viele Fragen keine Antworten geben kann. Inzwischen sind auch die Beschreibungen einer „Politisierung der Wissenschaft“ und einer „Verwissenschaftlichung der Politik“ populär geworden, und man findet reichhaltig Gelegenheit, entsprechende Gemengelagen von Wissenschaft und Politik zu beobachten, in denen ein beratender Einfluss der einen Seite auf die andere kaum zu erkennen ist. Nur selten gelingt es, die jeweilige wissenschaftliche „Botschaft“ und deren politische Umsetzung zu identifizieren, wenn sie in Expertenstreits zerredet wird und eindeutig zuzuordnende politische Handlungen ausbleiben.

Ist damit der Technikfolgenabschätzung ihr Leitbild abhanden gekommen? Oder gar der Adressat? Die nicht abbrechende Diskussion immer neuer TA-Konzepte könnte man als Indiz dafür nehmen, dass man immer noch oder immer wieder auf der Suche nach der „eigentlichen“ Idee von TA ist. So werden z.B. in Holland („constructive TA“) oder in Dänemark („proactive TA“) neue TA-Konzepte propagiert (Hack 1995), und es wird die traditionelle TA-Forschung als „reaktive Berichts-TA“ ironisiert, die zu spät in dem Entwicklungsprozess einer Technologie ansetze und zu hohe Erwartungen hinsichtlich ihrer politischen Wirkung habe. Das „Kontrolldilemma der Technologieentwicklung“ von Collingridge (1980) wird herangezogen, um die traditionelle TA zu verorten: Zwischen dem

Prognoseproblem in der Frühzeit einer Technologie, wenn es um die Früherkennung von Folgen geht, und dem Machtproblem, wenn es zum späteren Zeitpunkt eher um deren Anerkennung geht, habe sich die traditionelle TA in der Nähe des Machtproblems angesiedelt (Gloede 1994). Sie vertraue dabei auf die Stärke des Arguments. „Constructive TA“ und „proactive TA“ möchten dagegen zu einem möglichst frühen Zeitpunkt in den sozialen Prozeß einer Technologieentwicklung eingreifen, und sie sehen die Möglichkeiten einer Einflußnahme in Form der direkten Beteiligung am „seamless web“ der Technologie (Bijker et al. 1987).

Immerhin bleibt in diesen wie in den meisten anderen Fällen der TA-Diskussion der alte Impetus bestehen: Man möchte eine „bessere“ Politik mit den Mitteln der Wissenschaft erreichen. Auch das Einwirken einer konstruktiven TA auf das „nahtlose Gewebe“ sozialer Interaktionen ist Politik im Namen der Wissenschaft. Obwohl die alte Formel von der wissenschaftlichen Politikberatung nicht mehr so naiv verwendet werden kann, wie es vielleicht einmal der Fall war, so scheinen doch die dahinter stehende Problemauffassung (die unzureichende Informiertheit politischer Entscheidungen) und der Lösungsansatz (Ausschöpfung von Wissenschaft) nach wie vor ein Movens der TA-Bewegung. Die genannten Diskussionen in Holland und Dänemark wie auch die Aktivitäten auf EU-Ebene (European Commission 1995) zeigen, daß diese Motive offenbar noch nicht verschwunden sind, trotz der ebenfalls nie erlahmenden Abwehr und Destruktion (wie z.B. im Fall OTA). Angesichts der Dringlichkeit alter (z.B. Umweltproblematik, Nord-Süd-Konflikt) und neuer Problemlagen (z.B. Klimawandel) wäre es ja auch verwunderlich, wenn sich die Politik nicht einer der wichtigsten, zumindest teuersten, gesellschaftlichen Ressourcen bedienen würde.

Wenn es aber heute evident geworden ist, dass TA sich nicht auf ein rein instrumentelles Verhältnis zur Politik reduzieren lässt, dann möchte man natürlich wissen, ob sich im Licht über zwanzigjähriger TA-Erfahrung nicht auch ebenso evidente Hinweise auf einen anderen Sinngehalt ergeben. Der vorliegende Aufsatz stellt diese Frage, wie in dieser Einleitung schon begonnen, in den größeren Rahmen des Verhältnisses von Wissenschaft und Politik. Denn die Praxis von Technikfolgenabschätzungen zeigt, worüber sich der theoretische Diskurs erst mühsam verständigen muss: die thematische Bindung an Technologien wird immer wieder verlassen, die Projekte gehen oft über rein technologiebezogene Fragestellungen hinaus und die Ansätze und Probleme überschneiden sich vielfach mit denen anderer Forschungsbereiche, so etwa mit denen der Risikoforschung und der Umweltforschung.

Hier wird der Zusammenhang einer Entwicklung sichtbar, die seit dem Zweiten Weltkrieg zunehmend an Konturen gewonnen hat und heute als ein neuer Typus wissenschaftlicher Forschung in Erscheinung tritt. Er lässt sich, wie im folgenden dargestellt werden soll, als „problemorientierte Forschung“ gegenüber der Grundlagenforschung und der angewandten Forschung abgrenzen. Man spricht von einem Funktionswandel der Wissenschaft seit 1945, der erst heute voll zum Tragen kommt.

2 Das Verhältnis von Wissenschaft und Gesellschaft im Wandel

Beginnend mit dem „Manhattan-Projekt“, dem Bau der Atombombe, hatte die zunehmende Integration der Wissenschaft in dem Bereich der Politik begonnen. Es bildete sich ein Scientific Establishment (Price 1965), das im Verlauf der Jahre eine bedeutende Rolle im Prozess der Politikformulierung spielte. Die Wissenschaftler beschränkten sich nicht mehr allein auf die Vermittlung von harten „facts“, gewissermaßen auf die Analyse klar erfassbarer empirischer Sachverhalte, sondern sie beteiligten sich auch an der Definition, Analyse und Lösung von so genannten „Big Problems“, wie sie Weinberg einmal genannt hatte.

„Big Problems“ sind z.B. Fragen der nationalen Sicherheit, des Ausbaus des Wohlfahrtsstaates, der Entwicklung von Technologieprogrammen (Weinberg 1972). Wissenschaft übernimmt damit die Aufgabe, auf politische Ziele und soziale Bedürfnisse eine Antwort zu geben. Wissenschaftliche Darstellung praktischer Zusammenhänge, unter Einschluss prognostischer Leistungen, wird zunehmend für politische und soziale Innovationen benötigt, nachdem sich das Sekundärfolgesyndrom (nicht intendierte Folgen) zu einer unübersehbaren Größe ausgeweitet hat. Schließlich übernahmen Wissenschaftler auch dort eine wichtige Interpretationsfunktion, wo nach gegenwärtigen Standards wissenschaftlichen Wissens nur nicht überprüfbares Wissen zu erlangen ist, sei es in Bezug auf die Entwicklungsbedingungen der Gesellschaft oder in der Analyse möglicher Krisen oder Umbrüche des sozialen Prozesses. Diese mehr oder weniger plausiblen Deutungen gehen in das Hintergrundwissen der politischen Entscheidungsträger ein und bilden einen Orientierungsrahmen für alternative politische Strategien. Mit anderen Worten, die Wissenschaft verlässt ihre Labors und mischt sich in die öffentliche Debatte ein. „Effective policy making required fast what scientists believed they

had to offer: objective shifting of the facts, balanced visions, thoughtful reflection and the mobilization of the best wisdom and highest competence“ (Wood 1964, S. 64).

Der politische Entscheidungsprozeß stellt sich nun als ein Zusammenspiel von Wissenschaftlern, professionellen Interessenvertretern, Verwaltungsfachleuten und Politikern dar, wobei die letzte Entscheidungsmacht dem Politiker vorbehalten bleibt, dem Wissenschaftler aber zunehmend Definitionsmacht und Lösungskompetenz zuwachsen. Aber nicht nur im Rahmen des politischen Prozesses, sondern auch in der Öffentlichkeit übernehmen Wissenschaftler eine einflussreiche Rolle. In den großen Kontroversen um neue Technologien (Kernkraft, Gentechnik) traten einige von ihnen als wissenschaftliche „Entrepreneurs“ auf, die versuchen, mit Hilfe ihrer wissenschaftlichen Autorität und anhand formaler Methoden der Kritik an den Risiken und Folgen einer zunehmenden Technologisierung der Gesellschaft zu widersprechen (Nelkin 1987). Es entstehen Felder der problemorientierten und angewandten Forschung, die sich von dem harten Kern der Grundlagenforschung ausdifferenzieren und eigenständige Orientierungen, Karrieremuster und Organisationsformen aufbauen.

Diese Entwicklung wird noch verstärkt und erhält eine neue Qualität, indem die Umwelt zum wissenschaftlichen politischen Thema und zugleich zum gesellschaftlichen Handlungsfeld wird. Es zeigt sich, dass Umweltpolitik ohne wissenschaftliche Analyse nicht auskommt. Die Politik hängt sowohl bei Definitionen der Probleme als auch bei der Gestaltung von Lösungsstrategien konstitutiv von wissenschaftlichem Wissen ab. Nur mit Hilfe der Wissenschaft können Umweltveränderungen gemessen werden, läßt sich Umweltqualität bestimmen und kann man Ursachen und mögliche Lösungen für die Umweltproblematik formulieren. Die Wissenschaft beteiligt sich in diesem Zusammenhang nicht nur an der Diagnose, sondern sie nimmt – freiwillig oder von der Gesellschaft zugeschrieben – auch die Rolle des Mahners wahr. Die Warnung vor nicht-indentierten Folgen und Prognosen künftiger Gefahren und Risiken wird zum legitimen Bestandteil ihrer Tätigkeit. Sie wird zur Frühwarninstanz für die Gesellschaft (Bechmann/Gloede 1991; Bechmann 1994).

Die gesellschaftliche Thematisierung der ökologischen Problematik seit nun gut zwanzig Jahren bedeutet für die Wissenschaft zweierlei: Zum einen ergeben sich für sie neue Tätigkeitsfelder, die interdisziplinäre Zusammenarbeit erfordern,

es werden neue Themen kreiert, und nicht zuletzt werden große Mengen von Fördermitteln erschlossen. Zum anderen steigt der Bedarf an wissenschaftlicher Beratungskapazität. Nicht nur die Politik, auch Unternehmen und Verbände, sofern sie sich mit Umweltpolitik und ökologischer Regulierung befassen, müssen auf wissenschaftlich erzeugtes Wissen zurückgreifen. Der Aufstieg der Wissenschaftlergemeinschaft zu einer neuen Elite in gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen ist gleichsam der Ausdruck für die neuartigen und komplexen Aufgaben, die sich der Gesellschaft aufgrund ihrer eigenen Entwicklung stellen, nämlich die Regulierung der komplexer werdenden sozialen Beziehungen und die Regulierung des Umwelt- und Naturbezuges.

Indem aber die Wissenschaft diese neue Rolle übernommen hat, sieht sie sich mit zwei Problemen konfrontiert, die das traditionelle Selbstverständnis der Wissenschaft, rational und wertfrei zu sein, in Frage stellen:

- Sie stößt in Anwendungsbereiche vor, in denen sogar diejenigen Interdependenzen, die sich noch erfassen oder gar technisch erzeugen lassen, nicht mehr beherrschbar sind. Im Unterschied zur „normal science“, wo sich die Wissenschaft nur solche Fragen stellt, die sie mit ihren Mitteln beantworten kann, muß man heute erkennen, besonders deutlich auf dem Gebiet der Umweltforschung, daß die Wissenschaft an nachweisbare Grenzen ihrer Analyse- und Prognosefähigkeit stößt. In neuartiger Weise entsteht gewusstes Nichtwissen.
- Mit der Integration in den politischen Regulierungsprozeß verliert die Wissenschaft ihre Unschuld, die sie durch die Norm der Wertfreiheit so lange propagandistisch verteidigt hatte. Wertfreiheit bedeutet unter anderem auch Objektivität der Erkenntnis. Was wissenschaftlich gewusst wird, ist bis auf weiteres, d.h. bis auf Widerlegung, unbezweifelbares Wissen, das für alle gilt. Der Konsens der Wissenschaftsgemeinde ist hier das Kriterium. Genau dies läßt sich in den neuen Anwendungsbereichen nicht mehr aufrechterhalten. Wissen, obwohl von Wissenschaftlern produziert, mit wissenschaftlichen Methoden erzeugt, stellt sich schnell als kontextgebunden, als unsystematisch gewonnen, als schnell revisionsbedürftig und vor allem als selektiv heraus. Mit anderen Worten: Es ist umstritten.

Mit diesen Beobachtungen stellt sich die Frage, wie sich der neue und expandierende Bereich der Wissenschaft verstehen lässt. Hierzu liegen einige wichtige Untersuchungen vor, die versuchen, das Phänomen einer „problemorientierten Forschung“ näher zu bestimmen.

3 Charakterisierung und Abgrenzung einer „problemorientierten Forschung“

Die Entstehung einer „problemorientierten Forschung“ kann man als Antwort des Wissenschaftssystems auf neue Anforderungen betrachten, die von Seiten der Gesellschaft an die Wissenschaft gestellt werden (Nowotny 1993). Es ergeben sich immer mehr Problembereiche, die von der Wissenschaft, oder mit ihrer Hilfe, definiert worden sind. Es entstehen „transdisziplinäre“ Forschungsteams, das heißt Forschungsteams, die sich nicht mehr innerhalb der wissenschaftlichen disziplinären Struktur beschreiben lassen, die in Zusammenarbeit mit gesellschaftlichen Gruppen wissensbasierte Lösungsstrategien entwickeln. Was sind nun aber die charakteristischen Merkmale dieser problemorientierten Forschung, die gewissermaßen einen neuen Typ von Forschung darstellt?

Schaut man in die Literatur, so tauchen Begriffe wie „mandated Science“ (Salter 1988), „postnormal Science“ (Funtowicz/Ravetz 1993) „science in action“ (Latour 1987) oder „science for policy“ (Jasanoff 1990) auf. So unterschiedlich diese Beschreibungen im Detail sein mögen, stimmen sie doch in der grundlegenden Charakterisierung einer problemorientierten Forschung überein.

Als erstes muss problemorientierte Forschung von der *Grundlagenforschung* unterschieden werden. Die problemorientierte Forschung ist auf Probleme zentriert, die im Bereich der Gesellschaft entstehen, während die Grundlagenforschung, deren Modell das Wissen um seiner selbst ist, auf kein anderes Stimulanz als das der Forschung selbst antwortet (de Bie 1973). Mit dieser Bestimmung ist Mehrfaches impliziert.

Problemorientierte Forschung ist issue-abhängig. Je nachdem, für wie relevant ein Problem von der Politik, der Öffentlichkeit oder Wirtschaft angesehen wird, steigen die Forschungskapazitäten, die Gelder und die Zahl der Stellen. Problemorientierte Forschung hängt somit von gesellschaftlichen Werten und deren Wandlung unmittelbar ab. Sie muss darum bemüht sein, daß ihre Problemdefinition auf der Agenda der großen Systeme prioritär wird. Das hat Auswirkung

auf die Rolle und den Handlungsspielraum des Forschers. Es wird nicht nur der Typ des Gelehrten gefordert, sondern Wissenschaftler werden zu Managern. Sie erzeugen öffentliche Aufmerksamkeit und verstehen, diese auf ihr Forschungsgebiet zu lenken (Ingram u.a. 1992, S. 46). Wissenschaft wird teilweise zum politischen Wagnisunternehmen mit einem hohen Risiko zu scheitern. Hinzu kommt, dass diese Art der Forschung unter Zeitdruck steht und in Projektform betrieben wird.

Problemorientierte Forschung kann nicht warten, bis die Grundlagen dieses Gebietes geklärt sind, um dann auf dem Boden gut bewährter Theorien Daten zu sammeln und Ratschläge zu erteilen. Ganz im Gegenteil, sie muss auch bei ungeklärter theoretischer Basis versuchen, aufgrund von wissenschaftlichen Methoden zu hinreichend plausiblen und argumentativ vertretbaren Lösungen zu kommen. Wo die Grundlagenforschung Zeit hat, steht die problemorientierte Forschung unter Entscheidungszwang.

Problemorientierte Forschung ist notwendigerweise interdisziplinär oder sogar transdisziplinär. Man kann nicht erwarten, dass die gesellschaftlichen Problemlagen sich an die Wissenschaftsdisziplinen anpassen lassen. Gerade hier zeigt sich die hohe Selektivität der disziplinär organisierten Wissenschaft. In den Einzeldisziplinen wird durch den steten Fortgang der „normal science“ immer mehr hochspezialisiertes Wissen angehäuft, auf disziplinenübergreifende Fragestellungen reagiert man jedoch meist hilflos mit Problemeingrenzungen. Die Erwartung an die Aufgabe der problemorientierten Forschung ist es hingegen, gesellschaftliche Problemlagen in wissenschaftliche Fragestellungen zu übersetzen und ihre Lösungen interdisziplinär zu organisieren.

Problemorientierte Forschung unterscheidet sich aber auch von der *angewandten Forschung*. Obwohl hier die Differenzen nicht auf den ersten Blick so klar zu Tage treten wie zur Grundlagenforschung, so zeigt sich doch, dass die angewandte Forschung stärker auf das Kriterium der Nutzenanwendung bezogen ist. Anwendung bedeutet, dass erworbenes Wissen zur Lösung von Fragestellungen benutzt wird, die in der Praxis vorgegeben sind und auch im Rahmen einer bewährten Praxis Lösungen erwarten lassen. In den meisten Fällen handelt es sich um eine einfache Repetition: Analytische Modelle, konzeptuelle Schemata, Techniken und Instrumente werden auf eine konkrete Problemsituation angewandt. In der angewandten Forschung wird ferner das Wissen klientenspezifisch aufbereitet, ihm fehlt der Bezug zur Öffentlichkeit. Hier herrschen noch direkte Beziehun-

gen zwischen Auftraggeber und Wissenschaftler vor. Man könnte fast von einem instrumentalen Verhältnis sprechen.

4 Die charakteristischen Probleme problemorientierter Forschung

Ihre Abhängigkeit vom politisch-öffentlichen Entscheidungsprozeß und ihr Bezug zur Erfassung und Durchdringung gesellschaftlicher Problemlagen schafft für die problemorientierte Forschung spezifische Voraussetzungen, die diesen neuen Typus von Forschung charakterisieren.

4.1 Die inhärente Unsicherheit

Das erste und vielleicht auch wichtigste Kennzeichen ist der Umgang mit Unsicherheit. Unsicherheit kann sich auf mehrere Dimensionen im Umgang mit Wissen beziehen. Unsicherheit kann zunächst, und hier treten auch die schwierigsten Probleme auf, *Unsicherheit der Wissensbasis* bedeuten (Salter 1988, S. 199).

Phänomene wie Waldsterben, Klimawandel, aber auch Gentechnologie oder Aids sind neu, komplex, in ihren Auswirkungen variabel und bisher noch wenig verstanden. In diesen Fällen gibt es noch keine gut fundierten Theorien oder erprobten Erkenntnisse, auf die eine problemorientierte Wissenschaft zurückgreifen kann. In diesem Fall muss die Basis für belastbare Argumentationen mit Hilfe von eigenem Forschungsdesign und durch das Zusammentragen von anderen Disziplinen geschaffen werden. Die bevorzugten Mittel sind hierbei Computersimulation oder Expertenbefragungen, Statistiken und ad-hoc-Theorien (Funtowicz/Ravetz 1990). Gleichwohl bleibt diese Unsicherheit inhärent bestehen, da problemorientierte Forschung nicht nur mit komplexen und neuen Fragestellungen konfrontiert ist, sondern auch eingebunden in einen Beratungs- und Entscheidungsprozeß. Sie steht somit auch unter Zeitdruck und Entscheidungszwang. Sie kann nicht warten, bis alle Fragen wissenschaftlich geklärt sind, sondern es muß auch bei ungeklärten Sachlagen entschieden werden (Collingridge/Douglas 1984).

Aus diesem Zwang zur Entscheidung rührt eine zweite Unsicherheit. Man kann sie *praktische Unsicherheit* nennen. In vielen Fällen kann die Wissenschaft keine eindeutige Antwort auf praktische Fragen geben. Ob ein bestimmtes Pesticid für die Allergie kausal verantwortlich ist, oder ob der Ausstoß von CO₂ wesentlich zum Waldsterben beiträgt, läßt sich nicht eindeutig entscheiden. Gerade wenn

eindeutige Kausalitäten von Entscheidern oder Richtern verlangt werden, muß die Forschung meistens schweigen oder auf weitere Forschung verweisen (Ladeur 1995).

Eine dritte Unsicherheit läßt sich als *methodologische Unsicherheit* kennzeichnen. Methodologien entstehen gewöhnlich innerhalb von Disziplinen in Bezug auf die Entwicklung von Theorien oder das Erzeugen von Daten. In beiden Fällen herrscht im Bereich der problemorientierten Forschung chronischer Mangel, so dass sie eigene methodische Standards entwickeln muss (Fuller 1993).

Eine vierte Unsicherheit ist die *ethische bzw. normative Unsicherheit*. Die Entscheidungen über Risiken, Gefährdungen, öffentliche Probleme sind nicht nur Entscheidungen über Wissensinhalte, sondern sie legen auch Standards fest, die die Betroffenheit von Menschen bestimmen (Ungar 1992). Grenzwerte sind neben der Festsetzung von Schutzniveaus gleichzeitig auch Festlegung von Belastungen, die es zu ertragen gilt. Wenn Wissenschaft in diesen Prozess der Normung an entscheidender Stelle miteinbezogen ist, bestimmt sie also auch über normative Muster. Aber Werte und Präferenzen sind in der Gesellschaft umstritten und nicht eindeutig festlegbar. Welchem Grenzwert soll man folgen und welche Implikationen hat er für das Leben der Menschen? Wer wird dadurch benachteiligt, wer wird bevorzugt? Das sind sowohl kognitive wie normative Fragen, auf die es keine sicheren Antworten gibt. Je nach Stand der wissenschaftlichen Forschung wird eine unterschiedliche Lösung gefunden (Beck 1986; Jamieson 1992; Jasanoff 1987).

Zusammenfassend kann die inhärente Unsicherheit der problemorientierten Forschung in den Worten von Funtowicz/Ravetz dadurch charakterisiert werden, daß die Fakten ungewiss, die Werte umstritten, die Gefahren und Risiken hoch sind, aber die Entscheidung dringend ist (1993, S. 744).

4.2 Die Hypothesizität des Wissens

Ein weiteres Merkmal, aufgrund dessen sich die problemorientierte Forschung von der traditionellen Forschung unterscheidet, ist ihre Rolle, die sie im politischen Regulierungs- und Entscheidungsprozeß spielt. Das übliche Verständnis des Zusammenhangs von Politik und Wissenschaft geht von einer klaren Trennung beider Bereiche aus. Die Wissenschaft liefert das Tatsachenwissen, die Politik trifft die wertbezogenen Entscheidungen. Wissenschaft ist durch ihre Neutralität und Wertfreiheit gekennzeichnet, die sich auf die Feststellung von Fakten und

dem Erzeugen von Kausal- bzw. Gesetzeswissen erstreckt, während die Politik die Bewertungen trifft und über Wertkonflikte entscheidet. Dieses traute Bild getrennter Welten, die alle friedlich miteinander harmonisieren, ist spätestens mit der Debatte um nicht-intendierte Folgen technologischer Entwicklungen und seit der Kontroverse um ökologische Vorsorge obsolet geworden. Von der Wissenschaft wurde jetzt nicht nur Fachwissen verlangt, sondern Prognosen über künftige Ereignisse, die es zu verhindern gilt. Sheila Jasanoff gibt eine präzise Beschreibung dieser Veränderung:

„These preventive policies placed unprecedented demands on the capacity of science to predict future harm. Fed by images of impending environmental disaster, the public turned to science for more sophisticated methods of identifying and measuring risk. Science responded with a new emphasis on toxicological testing and increased use of predictive mathematical models. But this shift of scientific attention to the unknown, and possibly unknowable, effects of technology highlighted the intuitive, subjective and uncertain underpinnings of much of the advice that scientists provide to government. Moreover, the increasingly adjudicatory style of decision-making in the United States forced scientists to articulate their reservations about their technical assessment and generated questions about the coherence or reliability of policy-relevant science“ (1987, S. 201).

Mit der Untersuchung von Nebenfolgen von Großtechnologien und mit der Bestimmung der Umweltrisiken bei Großvorhaben und langfristigen Planungen stößt die Wissenschaft auf Grenzen, die sie selbst als prinzipiell unüberwindbar nachweisen kann. Die Komplexität und die Vielfalt sich überlagernder kausaler Zusammenhänge und Kreisprozesse ist analytisch nicht zu bewältigen, weil die Problemorientierung *ceteris paribus*-Annahmen verbietet, mit denen sich die Grundlagenforschung zur Not behelfen kann. Kleinste Abweichungen der Ausgangsdaten voneinander, die aufgrund von Messungenauigkeiten unvermeidlich sind, führen bei nichtlinearen Zusammenhängen zu quantitativ und qualitativ völlig verschiedenen Prognosen. Diese an sich schon lange bekannte Tatsache wird in ihrer ganzen Tragweite erst jetzt im Zusammenhang mit der problemorientierten Forschung gewürdigt, in der die wissenschaftliche Tradition, mit Linearitätsannahmen zu arbeiten, an Wert verliert. Solche Nachweise prinzipieller Grenzen der Analyse und Prognose führen dazu, dass das sichere Bewusstsein wissenschaftlich abgesicherter Faktizität zunehmend durch das Bewusstsein einer

prinzipiellen Hypothesizität der Wissenschaft ersetzt wird (Häfele 1993). Aufgrund wissenschaftlicher Methodik kann zwar die Beliebigkeit eingegrenzt, nie aber wirklich auf sichere Aussagen reduziert werden. Weder mit Simulationsmodellen noch mit statistischen Verfahren wird man alle möglichen Kausalbeziehungen analysieren können.

Der Glaube an die Verlässlichkeit des Wissens, das instrumental für die politische Entscheidung eingesetzt wird und das die Politik entlastet, wird somit in dreifacher Hinsicht fragwürdig:

In sachlicher Hinsicht steht problemorientiertes Wissen unter dem Damoklesschwert der Hypothesizität. Die größer werdenden Entscheidungshorizonte heutiger Planungen und Entscheidungen sowie die kürzer werdenden Innovationszeiten führen zu einer Ablösung traditioneller Trial and Error-Verfahren, die eine sukzessive Anpassung technischer Systeme an situative Erfordernisse ermöglichen. Sie werden ersetzt durch wissenschaftlich ausgearbeitete Langfristplanung und probabilistische Risikoanalysen, die nur noch hypothetische Annahmen über die Wirklichkeit machen können

Praktische Erfahrungen und empirische Forschung werden zunehmend durch Modelle, Szenarien, Idealisierungen ersetzt. Empirisches Wissen wird durch subjektive Wahrscheinlichkeitsannahmen verdrängt. Schadenspotentiale und Schadenswahrscheinlichkeiten können nicht mehr durch Erfahrungen, durch Versuch und Irrtum ermittelt, sondern müssen gedanklich antizipiert werden, da Tests nicht im ausreichenden Maße durchgeführt, Beobachtungen oder Experimente nicht beliebig wiederholt werden können oder sogar nicht durchgeführt werden dürfen.

In sozialer Hinsicht zeigt sich, dass die Wissenschaft durch den Expertenstreit an Autorität einbüßt. An den Produkten der Hochtechnologie macht sich zunehmend ein gesellschaftsrelevantes Syndrom aus Misstrauen und Unsicherheit fest, das politischen Konfliktstoff enthält. Bei jedem neuen Unglücksfall entladen sich die aufgestauten Spannungen und lassen die öffentliche Meinung explodieren. Das technische Risiko ist in den letzten zwanzig Jahren zum Kristallisationspunkt gesellschaftlicher Unsicherheiten und Ängste geworden. Der Fortschrittsglaube selbst ist an seine Grenze gestoßen und schlägt um in Misstrauen gegenüber den tragenden Institutionen der wissenschaftlichen Welt.

Die Delegitimation der Experten ist nur eine Folge dieser Entwicklung, eine andere zeigt sich im Legitimitätsverlust staatlicher Entscheidungsverfahren. Mit

der Abnahme verlässlichen Wissens auf der Basis eigener Erfahrung zugunsten eines wissenschaftlich erzeugten hypothetischen Wissens, bei dem man jederzeit auf Revisionen gefasst sein muss, wird die Glaubwürdigkeit staatlicher Entscheidungen bedroht. Diejenigen, die nach unseren Verfassungsnormen legitimiert sind, im Namen des Allgemeinwohls zu entscheiden, hängen in ihrer Meinungsbildung von Expertengremien ab; diejenigen, die Entscheidungswissen besitzen, sind nicht legitimiert, solche Entscheidungen zu treffen. Ergebnis dieses Prozesses ist der Verlust einer klar geschnittenen Verantwortungsstruktur, die es bei Fehlentscheidungen unmöglich macht, die Verantwortung eindeutig zuzurechnen.

In zeitlicher Hinsicht erzeugt der wissenschaftlich-technische Fortschritt einen Bedarfsüberhang nach Wissen gegenüber der faktischen Wissenserzeugung. In dem Maß, in dem sich die technische Entwicklung beschleunigt und laufend Änderungen verursacht, bedarf jede Entscheidung – bedingt durch die vermehrte Beteiligung unterschiedlicher Instanzen und bedingt durch die Einbeziehung immer weiterer, komplexer Nebenfolgen – zunehmend mehr Zeit.

Während diese Zeit verstreicht, ändern sich die Daten, aufgrund derer überhaupt ein Entscheidungsbedarf entstanden ist. Will man trotzdem zum Abschluss des Entscheidungsprozesses kommen, muss man zum großen Teil diese immer neu anfallenden Daten ignorieren. Die Entscheidung wird auf der Basis fiktiver Tatsachen getroffen. Marquard sieht hierin einen allgemeinen Zug unserer technischen Kultur: die Zunahme des Fiktiven (Marquard 1986). Wo alles im Fluss ist, so Marquard, erzwingt jedes Festhalten an einer Entscheidung die Flucht in die Fiktion. Die Grenze von Realität und Fiktion verschwimmt (Marquard 1986, S. 85-86). Dies führt beim Beobachter zu einem Verlust an Vertrauen in die öffentlichen Entscheidungssysteme, da er von außen die Fiktion durchschauen und als solche anprangern kann. Eine solche Perspektive bleibt dem Entscheider versagt.

Der Umgang mit Nicht-Wissen wird so zur entscheidenden Variablen bei Entscheidungen (Frederichs/Blume 1990). Da wir die Zukunft nicht kennen können, ist es um so wichtiger, wie dieses Nicht-Wissen in öffentlichen Entscheidungssystemen prozessiert wird; dass diese Problemlage noch relativ neu ist, erkennt man daran, dass es bisher hierfür noch keine ausgearbeiteten Theorien gibt, geschweige denn, dass sich schon Verfahren oder Routinen abzeichnen, die diese neuen Unsicherheiten bewältigen können.

4.3 Die Verschmelzung von Fakten und Werten

Die traditionelle Fiktion einer Trennung von Fakten und Werten lässt sich im Rahmen der problemorientierten Forschung nur noch schwerlich aufrechterhalten. Normative Aspekte durchmischen sich so offenkundig mit faktischen Gesichtspunkten, so dass in vielen Fällen aufgrund strategischer, mit Unsicherheiten belasteter Argumentationen auch der Gutgläubigste nicht mehr an der Behauptung einer Wertfreiheit und Neutralität der Wissenschaft festhalten kann. Die enge Beziehung zwischen der Unsicherheit im Bereich wissenschaftlicher Expertise und ethischen Implikationen ist oben schon angesprochen worden. Gerade bei Entscheidungen über Risiken oder Umweltprobleme, die die Betroffenheit Dritter miteinbeziehen müssen, sind Gewinn- oder Schädigungszumutungen gegenüber anderen von der wissenschaftlichen Faktenanalyse nicht zu trennen. Dies gilt vor allem dann, wenn über den erwartbaren Schadensumfang und mögliche Chancen keine eindeutigen Aussagen möglich sind. Die Frage nach der Sozial- und Umweltverträglichkeit, ein normatives Kriterium, ist somit unweigerlich der wissenschaftlichen Untersuchung mitgegeben. Ebenso, wie bei Grenzwertbedingungen, gibt es keine objektiven Marken der notwendigen Belastungen, unterhalb derer man feststellen kann, ob etwas schädlich oder unschädlich ist. Risikofestlegungen und Grenzwerte sind Ergebnisse von Konsens/Dissens-Prozessen, bei denen mit kognitiven Argumenten widerstrebende Interessen angeglichen und unsichere Sachverhalte entschieden werden müssen (Colglazier 1991; Jones 1991; Funtowicz/Ravetz 1993; Jamieson 1990).

Ein weiteres Moment tritt hinzu, das die saubere Trennung von Werten und Daten verschwimmen lässt: Die mangelnde Prognostizierbarkeit der Auswirkungen neuer Techniken oder der menschlichen Eingriffe in die Natur. Die Risikodebatte hat das weite Feld der hypothetischen Risiken eröffnet, mögliche Schädigungen, die man nicht kennt, aber gleichwohl vermuten kann. Die Debatte um die Gentechnologie ist ein Beispiel, die Probleme der Folgen eines möglichen Klimawandels ein anderes aus der langen Reihe von Beispielen. Die Diskrepanz von Wissen und Handlungsfolgen ist erst gegenwärtig in ihrer ganzen Schärfe bewusst geworden. Hieß es früher, erst Wissen, dann Handeln, so hat sich dies heute umgekehrt: Zuerst Handeln, um später vielleicht etwas zu wissen. Dieser Vorrang des Handelns gegenüber dem Wissen führt zu einer eigentümlichen Verkehrung der Beweislast in der Umweltdebatte. Nicht mehr feststellbare Gefahren und deren Abwehr spielen die zentrale Rolle einer Vorsorgepolitik, sondern Gefahren oder Schäden, die in weiter Ferne liegen, die unbekannt sind, aber theoretisch und

logisch nicht ausgeschlossen werden können. Diese Argumente beruhen auf theoretischen Annahmen und möglichen empirischen Beobachtungen, die per Definition vorläufig sind und damit offen für Falsifikationen durch künftige Forschungen (Wynne 1988). Die wissenschaftliche Expertise wird dann spekulativ, und unter den Bedingungen fehlenden Wissens, einer nicht aufhebbarer Unsicherheit, zeigt sich, daß auch wissenschaftliches Wissen mit dem Makel, lediglich Vermutung und ad hoc-Plausibilität zu sein, belastet ist. Nicht umsonst appellieren Experten an das Vertrauen ihres Publikums (Fischer 1990).

5 Zur politischen Funktion einer problemorientierten Forschung

Die im vorigen Abschnitt genannten charakteristischen Probleme problemorientierter Forschung sind in ihrer Grundsätzlichkeit nicht allgemein anerkannt. Im Gegenteil propagieren gerade die mit problemorientierter Forschung befassten Wissenschaftler und Politiker oft ein idealistisches Bild der Wissenschaft, das die Objektivität und die Wertfreiheit behauptet (Salter 1988, S. 5). Dahinter steht vermutlich die Auffassung, dass die wissenschaftliche Legitimation riskanter Entscheidungen nur auf diese Weise möglich ist. Zwar kann sich niemand mehr der Einsicht verschließen, dass die Wissenschaft mit den genannten Problemen der Unsicherheit, der Hypothetizität und einem normativen Gehalt ihrer Aussagen belastet ist. Es wird aber angenommen, dass es sich um Defizite handelt, die durch verstärkte Forschungsanstrengungen wenn nicht beseitigt, so doch so weit marginalisiert werden können, dass sie vernachlässigbar werden.

In dem Maße jedoch, in dem die Wissenschaft versucht, diese Fiktion aufrecht zu erhalten, verliert sie an Glaubwürdigkeit. Das tritt in unterschiedlicher Form auf, so z.B., wenn Prognosen gemacht werden, die dann nicht eintreffen. Oder wenn von wertfreier Forschung gesprochen wird, deren implizite Wertsetzungen dann von Rechtsanwälten vor Gericht nachgewiesen werden. Der Fehler tritt auch in Form disziplinärer Hegemonien auf, wenn der Anspruch auf Interdisziplinarität durch eine Projektorganisation unterlaufen wird, in der die Disziplin der Projektleitung den Ausschlag gibt. Die Forschungsergebnisse werden dann sehr schnell durch Gegengutachten relativiert, in denen die Perspektive anderer Disziplinen dominieren. Der Verlust an Glaubwürdigkeit ist die schlechteste Voraussetzung für eine wissenschaftliche Legitimation von Entscheidung unter Unsicherheit.

Die kontrafaktische Idealisierung der Wissenschaft wird um so weniger durchzuhalten sein, je drängender und komplexer die Probleme sind, die zur Entscheidung anstehen. Welchen Sinn hat dann aber noch eine wissenschaftliche Politikberatung? Überraschenderweise ergeben sich die Ansatzpunkte zur Beantwortung dieser Frage durch die Radikalisierung der bisherigen Problem-Diagnose:

- (1) In dem Maße, in dem sich die Aussagen der Wissenschaft auf Zukünftiges beziehen, kann sie allenfalls noch Abschätzungen über die Gewissheit ihrer Aussagen angeben. Daher bekommt die Rhetorik, das Moment der Überzeugung, einen wichtigen Stellenwert in der wissenschaftlichen Debatte. Damit werden aber wissenschaftliche Aussagen zu Meinungen abgewertet (Luhmann 1991, S. 228f.).
- (2) Problemorientierte Wissenschaft ist in einem kontraproduktiven Sinne reflexiv, indem durch das Wiedereinspeisen von wissenschaftlichem Wissen in den praktischen Prozeß die Bedingungen, Kontexte und Folgen des Entscheidens verändert werden, so dass sich ständig neue Situationen einstellen, auf die sich die Forschung beziehen muss. Man kann daher nicht erwarten, dass ein erhöhter Forschungsaufwand mehr Sicherheit verschafft, sondern, bei genauerer Betrachtung, mehr Unsicherheit (Giddens 1990).

Wissenschaftliche Aussagen, die nur noch als Meinungen angesehen werden können und die überdies die Unsicherheit des politischen Problems nur noch erhöhen – das sind Befunde, die den Anspruch einer wissenschaftlichen Politikberatung vollends sinnlos erscheinen lassen. Tatsache ist jedoch, dass diese so diagnostizierte wissenschaftliche Politikberatung alltägliche Praxis ist, auf die niemand mehr verzichten kann. Der Widerspruch löst sich auf, wenn man die propagierten Erwartungen einer wissenschaftlichen Politikberatung von ihren wirklichen Funktionen unterscheidet. Diese wiederum kann man erst dann verstehen, wenn man das ganze Ausmaß an Unsicherheit begreift, mit dem das politische Handeln konfrontiert ist.

Es ist das Kennzeichen der modernen Gesellschaft, sich dieses Ausmaßes an Unsicherheit zunehmend bewusst zu werden und entsprechend nach Auswegen zu suchen, wie man trotzdem legitime Entscheidungen fällen kann. Die beiden Defizite der problemorientierten Forschung, die Abwertung der wissenschaftlichen Aussage zu einem Diskussionsbeitrag, der auch anders aussehen könnte, und die Veränderung der politischen Diskussion durch eben solche wissenschaftlichen

Aussagen, beschreiben genau das, was problemorientierte Forschung bewirkt: Sie setzt den politischen und gesellschaftlichen Diskurs mit wissenschaftlichen Mitteln fort und stellt damit eine unverzichtbare Schranke auf gegen die Gefahr, dass sich angesichts unüberwindbar erscheinender Unsicherheiten Fatalismus verbreitet entweder gegenüber der Willkür partikulärer Interessen oder auch gegenüber Lethargie und Nichtstun (Stehr 1993, S. 15). Über die gesellschaftlichen Klimawirkungen in der zweiten Hälfte des nächsten Jahrhunderts z.B. können wir nahezu nichts wissen, dennoch müssen wir uns damit auseinandersetzen, und zwar in einer qualifizierten Weise, die sich als sinnvoll darstellt.

Der wissenschaftliche Diskurs ist nicht der einzige, der dieser Funktion dient. Salter beschreibt z.B. eine enge Verflechtung des wissenschaftlichen mit dem Rechts-Diskurs und sieht darin ein Charakteristikum der problemorientierten Forschung (dort: „mandated science“, a.a.O., S. 6). Aber die spezielle Voraussetzung problemorientierter Forschung für den gesellschaftlichen Diskurs liegt in der Wissenschaftlichkeit. Denn das prinzipielle Nichtwissen führt nicht zu Beliebigkeit im Spektrum der Meinungen, bei denen jeder Horoskophersteller mit der gleichen Legitimität wie ein Wissenschaftler auftreten könnte. Es geht nicht um absolutes Wissen, sondern um vorläufiges, revidierbares Wissen, das jedoch nach rationalen Methoden gewonnen wird, die explizierbar und argumentativ vertretbar sind. Wissenschaftliches Wissen zeichnet sich dadurch aus, dass es anhand anerkannter Methoden gewonnen wird, und dass es prinzipiell von jedem nachvollziehbar ist, der sich der gleichen Methoden bedient. Damit wird noch nicht eindeutiges Wissen produziert, man denke an die Expertenstreits, wohl aber nach demokratischen Regeln kommunizierbares Wissen.

6 Unsicherheit und Diskurse: Strukturen der „problemorientierten Forschung“

Die Entwicklung einer problemorientierten Forschung“, wie sie in den vorangegangenen Abschnitten beschrieben worden ist, ist noch relativ jung. Dennoch sind Strukturen zu erkennen, die ein Hinweis darauf sind, in welche Richtung die Entwicklung geht, um den Funktionsanforderungen einer sinnvollen gesellschaftlichen Auseinandersetzung mit Unsicherheit zu gewährleisten.

„Unsicherheit“ wird in der modernen Gesellschaft in verschiedenen Kontexten und speziell auch in der wissenschaftlichen Diskussion zunehmend zu einem Thema von neuer Dimensionalität. Das ist vor allem im Zusammenhang mit der Umweltproblematik, mit dem Zusammenwachsen der globalen Gesellschaft, mit den Risiken des technischen Fortschritts und anderen Thematiken der Gegenwart verbunden. Während das traditionelle Wissenschaftsverständnis in der Reduktion kognitiver Unsicherheit das wissenschaftliche Ziel gesehen hat, verliert dieses Ziel mit der Einsicht in die Unüberwindbarkeit vieler Unsicherheiten zunehmend seine Orientierungsfunktion. An seine Seite tritt ein anderes Ziel, die Erstellung von „Konsenswissen“, das mit dem traditionellen Wissenschaftsverständnis nicht kompatibel ist. Dieser Begriff ist vor allem im Zusammenhang mit der internationalen Klimaforschung entstanden – aus der Not heraus, dass die Klimaforscher der Nachfrage der Politik nicht mit eindeutigen Auskünften nachkommen konnten.

Der entscheidende Punkt in der wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit Unsicherheit ist, wie das Mischungsverhältnis von Wissen und Nichtwissen in der jeweiligen Handlungssituation strukturiert ist. Darum greifen Faktenwissen und Wertwissen ineinander, und ihre Trennung wird nur pragmatisch unter den jeweiligen Handlungsbedingungen vollzogen, und dies möglichst auch nur von begrenzter Dauer. Damit zeigt sich aber auch umgekehrt, dass Werturteile nicht rein normativ, gewissermaßen dezisionistisch zu treffen sind, sondern auch kognitive Komponenten aufweisen, die einer rationalen Argumentation zugänglich sind (Fuller 1993). Problemorientierte Forschung ist eben nicht lediglich angewandte Forschung“, sondern immer auch schon Interpretation, Deutung und Wertung (Ravetz 1987).

Auf die Werthaltigkeit von wissenschaftlichem Expertenwissen verweist ein weiteres Moment. Bei der Analyse komplexer Probleme sind immer unterschiedliche Disziplinen beteiligt, die keinen gemeinsamen Forschungsansatz oder eine einheitliche Problemsicht besitzen. Schon die Problemformulierung hängt davon ab, welche wissenschaftlichen Disziplinen als relevant erachtet werden. Welche Fragen prioritär sind, bedarf der Entscheidung, da sonst ein unendlicher Diskurs in Gang gesetzt würde.

Expertenurteile beruhen ferner notwendigerweise auf einer Schließung der Analyse, um in dem praktischen Problembearbeitungsprozess zu einer Entscheidung zu kommen. Vom Zeitpunkt dieser Schließung, also davon, in welchem Stadium der Forschungsprozess sich dann befindet, hängen wesentlich die Ergeb-

nisse ab. Fakten werden somit qua Entscheidung erzeugt und können, sobald der Diskurs wiedereröffnet wird, durch neue Forschung verändert werden. Somit hängt im Wesentlichen das, was als Fakt oder als anerkanntes Wissen gilt, vom Konsens der Beteiligten darüber ab, dass der Diskurs abgeschlossen wird. Treten neue Teilnehmer hinzu, dann verändert sich die Situation, neue Fakten werden entdeckt, und die Realität ändert sich. Wissen im Rahmen der problemorientierten Forschung ist immer konstruiertes Wissen, das auf Konsens und Unvollständigkeit beruht.

Es ist also nicht nur die wissenschaftliche Unsicherheit das Problem, sondern ebenso herrscht auch eine ethische und normative Unsicherheit vor, nach welchen Kriterien Gefahren- und Risikomanagement zu betreiben sei. Beide Unsicherheiten erzeugen eine prinzipielle soziale Kontingenz in Bezug auf das, was möglich und auf das, was notwendig zu tun ist. Da man weder über sicheres Wissen verfügt, noch allgemeine und verbindliche Maßstäbe besitzt, um anerkannte und akzeptable Entscheidungen zu treffen, bedarf es der Erzeugung von Konsenswissen. In neuerer Zeit wird hierbei häufig auf eine Prozeduralisierung der Wissens-erzeugung zurückgegriffen.

Prozeduralität meint die Rationalität von Verfahren in dem Sinne, daß die gewählten Verfahren und Prozeduren als Garanten für die Rationalität ihrer Ergebnisse stehen. Man kann den Zusammenhang zwischen solchen Verfahren und der Vernünftigkeit ihrer Ergebnisse in verschiedener Weise auffassen. Die Erfüllung bestimmter Verfahrensbedingungen kann als förderlich für das Erzielen vernünftiger Resultate angesehen werden, oder sie kann als notwendige, jedoch nicht hinreichende Voraussetzung für die Akzeptabilität der Verfahrensergebnisse betrachtet werden, und schließlich kann sie auch als hinreichende, konstitutive Bedingung rationaler Entscheidungen schlechthin gelten.

Es würde hier zu weit führen, die gesamte Diskussion um die Prozeduralität der Rationalität aufzunehmen, wichtig für unsere Fragestellung ist jedoch, wie vor dem Hintergrund der Debatte um Risikosteuerung auch ein Ausweg über Prozeduralität gesucht werden kann. Um Konsenswissen zu erzeugen, steht der Diskurs als Verfahren in großem Ansehen. Ohne vorschnell die eine oder andere Diskurstheorie zu vertreten, kann man unter Diskursen soziale Prozesse oder Interaktionen verstehen, die man alltagssprachlich Diskussionen oder -etwas wissenschaftlicher – themenzentrierte Kommunikation nennt.

Zentral für Diskurse ist der Austausch von Argumenten zur Beantwortung von Fragen zur Lösung von Problemen oder zur Klärung strittiger Behauptungen. Mit anderen Worten, die Argumentation steht im Zentrum des Diskurses. Diskurse werden teils durch symbolische Operationsregeln reguliert, teils durch pragmatische Regeln, die für Kommunikation generell oder spezifisch für besondere Kommunikationsformen gelten. Diskurse schaffen oder setzen keine handlungsrelevanten Verbindlichkeiten. Sie können der Entdeckung oder Gewinnung von Einsichten empirisch-kognitiver oder normativer Art dienen.

Wissenschaftliche Diskurse kann man nach Rawls als „quasi-reine“ Verfahren bezeichnen (Rawls 1979, Kap. 14). Gemeint ist damit, dass Argumentationen durch Gründe strukturiert werden können, aber bedingt durch kognitive Unsicherheiten, sei es durch fehlende Information oder mangelnde Kenntnis von Kausalabläufen, müssen Argumente durch Behauptungen, Plausibilitätsannahmen oder Wertungen konsistent gemacht werden. Im Rahmen dieser Verfahren kann man zwei Diskursformen unterscheiden: Wahrheitsdiskurse, bei denen angegeben werden kann, unter welchen Bedingungen wahrheitsgemäße Aussagen zu erwarten sind (Habermas 1973) und epistemische Diskurse. Rene von Schomberg hat auf eindringliche Weise die Struktur dieses zweiten Diskurstyps erläutert: „Der Diskurs um den Erwerb neuen Wissens kann m.E. rekonstruiert werden im Rahmen eines spezifischen Diskurskonzepts, worin Argumente gerade keine konsensersetzende Kraft haben. Ich spreche diesbezüglich von einem „epistemischen“ Diskurs. Die streitenden Wissenschaftler können sich hier lediglich auf Argumente beziehen, die, wie Analogien, Attestargumente und kontrafaktische Argumente, ein unsicheres und unzureichendes Wissen artikulieren: Plausibilität. Konsense im strengen Sinne werden hier nicht erzielt, weil wegen des Hintergrunds unsicheren Wissens die Wahrheitsbedingungen einzelner Aussagen nicht expliziert werden können. In einem epistemischen Diskurs ist nicht so sehr die Wahrheit von Aussagen kontrovers als vielmehr die Plausibilität von Theorien und Hypothesen, mit denen wir die Erkennbarkeit bestimmter Wissensbereiche behaupten können. Die typischen Argumente epistemischer Diskurse dienen nicht direkt der argumentativen Einlösung von Wahrheitsansprüchen, sondern der kohärenten Konstruktion von Theorien, Hypothesen und Annahmen, mit denen wir Wissensbereiche zuallererst zuverlässig erschließen können. In epistemischen Diskursen ist also die Plausibilität von Erkenntnisansprüchen kontrovers.“ (Schomberg 1992, S. 262-63)

Wenn nun gerade epistemische Unsicherheit die eigentliche Schwierigkeit wissenschaftlicher Diskurse ausmacht, muß man vor allem nach der sozialorganisatorischen Form wissensproduzierender oder wissensvermittelnder Diskurse fragen. Man kann zwar, wie dies Habermas tut, primär auf die „quasi-transzendentalen“ Voraussetzungen eines Wahrheitsdiskurses reflektieren. Nach Habermas ist nur die Kommunikation wert, Diskurs genannt zu werden, in der eine Problematisierung des Geltungsanspruchs von Sätzen und eine Argumentation mit dem Ziel der Überprüfung stattfindet (Habermas 1971). Die Geltung kann allein im Rekurs auf eine „ideale Sprechsituation“ bestimmt werden, die als einziges Motiv die kooperative Wahrheitssuche, d.h. die prinzipiell uneingeschränkte und zwanglose Kommunikation zulässt, um so zur Verständigung zu gelangen. Verständigung ist hier ein normativer Begriff, der kontrafaktisch bestimmt werden muß (Habermas 1971, S. 201). Diese eigentümliche Mischung deskriptiver Charakterisierung mit der normativen Stilisierung von Diskursen ist vielfach kritisiert worden (Schnädelbach 1977; Giegel 1992): Aus der Sicht epistemischer Diskurse, die mit Unsicherheitsbedingungen zu kämpfen haben, zeigt sich, daß der dort eintretende Dissens nicht ausschließlich als Verletzung von Regeln des Argumentierens erklärt werden kann, sondern dass hier inkommensurable Orientierungssysteme aufeinander treffen, deren Divergenz auf die logische und korrekte Befolgung verschiedener Regeln und Normsysteme zurückzuführen ist. Selbst Begriffe wie Kommunikation, Verständigung und Argumentation sind in diesem Rahmen noch kontrovers (Lueken 1992). Im Prinzip muss es den Teilnehmern des Diskurses selbst vorbehalten bleiben, darüber zu entscheiden, welche Bedingungen, Regeln und Normen sie dem argumentativen Handeln zugrunde legen müssen oder wollen. Gleichwohl: Will man nicht allein einer idealen Begründung des Diskurses anhängen, dessen idealisierende Bedingungen man nur mit schrägem Blick nach oben und mit schlechtem Gewissen als Norm im faktischen Geschehen befolgen kann, so muss man auch nach den praktischen Bedingungen des empirisch wahrnehmbaren Diskurses fragen. Zweifellos werden in der Gesellschaft Diskurse geführt, manchmal sogar mit erstaunlichem Erfolg und in wenigen Fällen durch Konsens abgeschlossen.

Zwei wesentliche, wenn auch widersprüchliche Bedingungen muss ein real ablaufender Diskurs erfüllen: Offenheit und Schließung (vgl. Bühl 1984, S. 95 ff.). Zum einen nämlich muss der Diskurs so offen sein, dass er neuen Ideen und der Austragung unterschiedlicher Auffassungen Raum gibt; andererseits aber muss ein gewisser Zwang zur theoretischen Integration und zur kontinuierlichen Durch-

arbeitung des gemeinsamen Wissens ausgeübt werden. Geht man von dieser Problemfassung aus, lassen sich einige organisatorische Kriterien angeben.

Erstens sollte ein fruchtbarer Diskurs eine breite Diversität von Themen, Personen und Standpunkten zulassen. Dadurch wird seine adaptive Kapazität bestimmt, nämlich inwieweit der Diskurs geeignet ist, Unsicherheit und Varietät zu verarbeiten. Hohe Varietät setzt gleichzeitig eine strukturierte Diskursgemeinschaft voraus, die sich nach Regeln organisiert. Zweitens muss die Bereitschaft zur variablen Interaktion vorliegen; die Teilnehmer müssen bereit sein, mit allen und über alle Themen zu kommunizieren. Interdisziplinäre Sichtweisen und interpersonelle Verständigung sind wesentliche Voraussetzungen. Die Vielfalt hat dort ihre Grenzen, wo die kollektive Identität und konstitutive Faktoren der gemeinsamen Orientierung der Mitglieder in Frage gestellt werden (Verfahrensregeln). Auch hier liegt eine wechselseitige Beziehung von Offenheit und Schließung als wesentliche Voraussetzung zugrunde. Drittens müssen in Diskursen die Wissensfindung und Wissensüberprüfung getrennt werden, ein altes Thema der Wissenschaftstheorie (Popper 1966, S. 6 f.). Bei Wissensfindung geht es um das Entdecken und Konstruieren neuer Wissens Elemente, gleich auf welchem methodischen Niveau dies geschieht. Bei der Wissensprüfung geht es um die Integration des neu gewonnenen Wissens in den bestehenden Wissenskorpus, also um Logik, Widerspruchsfreiheit, Generalisierbarkeit, theoretische Relevanz, insgesamt also um Kognition und Akzeptabilität.

Diese drei Organisationsprinzipien – Diversität, Variabilität und Trennung – kann man in unterschiedlicher Ausprägung und Kombination in den verschiedenen Diskursarten – praktische Diskurse, wissenschaftliche Diskurse und kulturelle Diskurse – wieder finden. Der Diskursgedanke macht eine wesentliche Einsicht problemorientierter Wissenschaft zu seinem tragenden Prinzip, dass wissenschaftliches Wissen immer nur unter hypothetischen Bedingungen gilt, dass es jederzeit abänderbar ist und dass die wechselseitige Steigerung von Konsens und Dissens als wesentlicher Motor der Wissenserweiterung anzusehen ist.

Diskurse zielen auf die kognitiven Voraussetzungen von Entscheidungen. Hier stehen Deutungs-, Interpretations- und Bewertungsdivergenzen im Zentrum des Verfahrens. Man muss sich über die Aussagekraft von empirischen Ergebnissen, die Plausibilität von Theorien und Aussagesystemen und auf stringente Argumentationen und Deutungen einigen (Bora, Döbert 1993; Hennen 1994).

Die Schwierigkeiten bei dem Diskurs kann man im sinnvollen Abbruch sehen. Wann ist eine Debatte zu Ende? Wer beschließt sie, mit welchen Argumenten? Kennzeichnend jedoch ist die Selbstreferenz des Diskurses, d.h. seine Fähigkeit zur Selbsttransformation. Die Fähigkeit zur Selbsttransformation besteht darin, dass wiederum im Verfahren – und sonst nirgends – sowohl die Lernbedingungen erzeugt werden, unter denen neue Realitätsannahmen entstehen, als auch die Spezifikation von Konsensbildungsstrukturen, Konsensinhalten und Problemlösungsstrategien. Insoweit kann man davon sprechen, dass das Verfahren Weg und Ziel zugleich ist.

Literatur

- Bechmann, G. (1994): Risiko und gesellschaftlicher Umgang mit Unsicherheit, österreichische Zeitschrift für Soziologie 19, S. 8-33
- Bechmann, G., Gloede, F. (1991): Erkennen und Anerkennen: über die Grenzen der Idee der „Frühwarnung“, in: Petermann, T. (Hrsg.), Technikfolgen-Abschätzung als Technikforschung und Politikberatung, S. 121-150
- Beck, U. (1986): Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne, Frankfurt/M.
- Bie, P. de (1973): Problemorientierte Forschung, Frankfurt/M., Berlin, Wien
- Bijker, W.E., Hughes, T.P., Pinch, T. (Hrsg.) (1987): The Social Construction of Technical Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology, Cambridge/Mass.
- Bora, A., Döbert, R. (1993): Konkurrierende Rationalitäten, Soziale Welt 44, S. 55-79
- Brooks, H.; Cooper, C. L. (Hrsg.) (1987): Science for Public Policy, Oxford etc.
- Bühl, W.L. (1984): Die Ordnung des Wissens, Berlin
- Colglazier, W.E. (1991): Scientific Uncertainties, Public Policy, and Global Warming: How Sure is Sure Enough? Policy Studies Journal 19, S. 61-72
- Collingridge, D. (1980): The Social Control of Technology, London
- Collingridge, D., Douglas, J. (1984): Three Models of Policymaking: Expert Advice in the Control of Environmental Lead, Social Studies of Science 14, S. 343-370
- European Commission (Hrsg.) (1995): Instruments for the Coordination of the European Technology Assessment Infrastructure (ETAI), Karlsruhe

- Fischer, F. (1990): *Technocracy and the Politics of Expertise*, Newbury Park
- Frederichs, G., Blume, H. (1990): *Umweltprognosen*, Berlin
- Fuller, S. (1993): *A Strategy for Making Science Studies Policy Relevant*, in: Brante, T., Fuller, S., Lynch, W. (eds), *Controversial Science. From Content to Contention*, Albany, S. 107-125
- Funtowicz, S., Ravetz, J. (1990): *Uncertainty and Quality in Science for Policy*, Dordrecht
- Funtowicz, S., Ravetz, J. (1993): *Science for the Post-Normal Age*, *Futures* 25, S. 739-755
- Giddens, A. (1990): *The Consequences of Modernity*, Cambridge
- Giegel, H.-J. (Hrsg.) (1992): *Kommunikation und Konsens in modernen Gesellschaften*, Frankfurt/M.
- Gloede, F. (1994): *Der TA-Prozeß zur Gentechnik in der Bundesrepublik Deutschland – zu früh, zu spät oder überflüssig?* in: Weyer, J. (Hrsg.): *Theorien und Praktiken der Technikfolgenabschätzung*, München, Wien
- Habermas, J. (1971): *Vorbereitende Bemerkungen zu einer Theorie der kommunikativen Kompetenz*, in: Habermas, J., Luhmann, N. (Hrsg.): *Theorie der Gesellschaft oder Sozialtechnologie*, Frankfurt/M., S. 101-141
- Habermas, J. (1973): *Legitimationsprobleme im Spätkapitalismus*, Frankfurt/M.
- Hack, L. (1995): *TA als theoriegeleitete Interventionsstrategie. Der Ansatz des „Constructive Technology Assessment/CTA“ in der sozialwissenschaftlichen Technikdebatte*, Forschungszentrum Karlsruhe/ITAS, FZKA 5641
- Häfele, W. (1993): *Natur- und Sozialwissenschaftler zwischen Faktizität und Hypothetizität*, in: Huber, J., Thurn, G. (Hrsg.): *Wissenschaftsmileus. Wissenschaftskontroversen und soziokulturelle Konflikte*, Berlin, S. 159-172
- Hennen, L. (1994): *Technikkontroversen. Technikfolgenabschätzung als öffentlicher Diskurs*, *Soziale Welt* 45, S. 454-475
- Ingram, H., Milward, H.B., Laird, W. (1992): *Scientists and Agenda Setting: Advocacy and Global Warming*, in: Waterstone, M. (ed.): *Risk and Society: The Interaction of Science, Technology and Public Policy*, Dordrecht/Boston/London, S. 35-53
- Jamieson, D. (1990): *Managing the Future: Public Policy, Scientific Uncertainty And Global Warming*, in: Scherer, D. (ed.): *Upstream, Downstream*, Philadelphia, S. 67-89
- Jamieson, D. (1992): *Ethics, Public Policy, and Global Warming. Science, Technology & Human Values* 17, S. 139-153

- Jasanoff, S. (1987): Contested Boundaries in Policy-Relevant Science, *Social Studies of Science* 17, S. 195-230
- Jasanoff, S. (1990): *The Fifth Branch*, Cambridge/Mass.
- Jones, B. (1991): State Responses to Global Climate Change, *Policy Studies Journal* 19, S. 73-82
- Ladeur, K.-H. (1995): *Das Umweltrecht in der Wissensgesellschaft. Von der Gefahrenabwehr zum Risikomanagement*, Berlin
- Latour, B. (1987): *Science in Action*, Cambridge/Mass.
- Lueken, G.-L. (1992): *Inkommensurabilität als Problem rationalen Argumentierens*, Stuttgart
- Luhmann, N. (1991): *Soziologie des Risikos*, Berlin/New York
- Marquard, O. (1986): *Apologie des Zufälligen*, Stuttgart
- Nelkin, D. (1987): *Selling Science: How the Press Covers Science and Technology*, New York
- Nowotny, H. (1993): Die „Zwei Kulturen“ und die Veränderungen innerhalb der wissenschaftlichen Gesellschaft, in: Huber, J., Thurn, G. (Hrsg.): *Wissenschaftsmilieus. Wissenschaftskontroversen und soziokulturelle Konflikte*, Berlin, S. 237-248
- Pinkau, K. (1991): Wissenschaft und Politik: Umweltstandards als spezieller Fall der Technikfolgenabschätzung, in: *Akademie der Wissenschaften (Hrsg.): Einheit der Wissenschaft*, Berlin, New York, S. 429-440
- Popper, K.R. (1966): *Logik der Forschung*, Tübingen
- Price, D.K. (1965): *The Scientific Estate*, Cambridge/Mass.
- Ravetz, J. (1987): Uncertainty, Ignorance and Policy, in: Brooks, H., Cooper, C.L. (ed), a.a.O., S. 77-93
- Rawls, J. (1979): *Eine Theorie der Gerechtigkeit*, Frankfurt/M.
- Salter, L. (1988): *Mandated Science: Science and Scientists in the Making of Standards*, Dordrecht/Boston/London
- Schnädelbach, H. (1977): *Reflexion und Diskurs. Fragen einer Logik der Philosophie*, Frankfurt/M.
- Schomberg, R. von (1992): Argumentationen im Kontext wissenschaftlicher Kontroversen, in: Apel, K.-O., Kettner, M. (Hrsg.): *Zur Anwendung der Diskursethik in Politik, Recht und Wissenschaft*, Frankfurt/M., S. 260-277
- Stehr, N. (1993): *Climate and Political Action*, Msky. Edmonton/Alberta
- Ungar, (1992): The Rise and (Relative) Decline of Global Warming as a Social Problem, *The Sociological Quarterly* 33, S. 484-501

- Weinberg, A. (1972): Science and Trans-Science, *Minerva* 10, S. 209-222
- Wood, R. (1964): Scientists and Politics: The Rise of an Apolitical Elite, in: Gilpin, R., Wright, C. (ed): *Scientists and National Policy-Making*, New York, S. 50-72
- Wynne, B. (1988): Unruly Technology. Practical Rules, Impractical Discourses and Public Understanding, *Social Studies of Science* 18, S. 147-167



Gotthard
Bechmann,
Nico Stehr (ITAS)



Dieser Beitrag knüpft an die Tradition der Risiko- und Akzeptanzforschung an, wie sie in AFAS bzw. im ITAS seit zwei Jahrzehnten betrieben wird und versucht, zum einen resümierend einige grundlegenden Einsichten der interdisziplinären Risikoforschung festzuhalten, und zum anderen nimmt er die Debatte um die Funktion von Nichtwissen bei Risikoentscheidungen auf.

Es wird gezeigt, dass der wissenschaftliche Risikodiskurs der jüngsten Zeit bewusst gemacht hat, dass der konventionelle Risikobegriff, der auf dem Produkt von Wahrscheinlichkeit und Schadensausmaß aufbaut, auf die Risiken moderner Technologien (z.B. Gentechnologie) nicht anwendbar ist. Mit den technisch und ökologisch bedingten Risiken ist eine kognitive Unsicherheit – in Bezug auf die Folgen – zum Basisproblem der modernen Gesellschaft als Wissensgesellschaft geworden. Entscheidungen über Unsicherheit können nur noch prozedural oder hypothetisch getroffen werden. Das Prozessieren von Unsicherheit, Uneindeutigkeit und Ungewissheit wird zum entscheidenden Merkmal zukunftsorientierten Entscheidungshandelns und der Risikokommunikation.

Inzwischen ist die damalige Hypothese, dass der entscheidende Punkt bei der gesellschaftlichen Risikokommunikation im Umgang mit Nichtwissen liegt, zum gut belegten Standardargument der Risikoforschung geworden. Ja man könnte fast sagen, dass sich ein eigenes Forschungsfeld zur Soziologie des Nichtwissens entwickelt hat, das sich aber unserer Meinung nach zu weit von den Problemen der Entscheidungsfindung und sozialen Kommunikation von Risiken entfernt hat und kaum noch Bezug zu gesellschaftlichen Problemlagen aufweist.

Risikokommunikation und die Risiken der Kommunikation wissenschaftlichen Wissens – zum gesellschaftlichen Umgang mit Nichtwissen

Gotthard Bechmann, Nico Stehr

Zuerst erschienen in: GAIA Jahrgang 9, Heft 2, 2000, S. 113-121

Abstract

The scientific discourse on risk that has been carried out for many years now has drawn attention to the fact that the conventional concept of risk based on the product of probability and extent of damage is not applicable to the risk of modern technologies (e.g. genetic engineering). This is so because we are dealing with hypothetical dangers for which neither the possible extent of damage nor the probability of the occurrence of accidents may be calculated in any exact sense in advance. In the form of technically and ecologically induced risks uncertainty – in relation to the consequences – has become a basic contentious problems of a modern society as a knowledge society. Decisions with regard to uncertainty can only be made as a part of social processes or hypothetical situations. Processing uncertainty, ambiguity and impossibility is the most distinctive characteristic of future-oriented decision making and risk communication.

In den letzten Jahren scheint es bezüglich unseres Verständnisses von Risiken als Ergebnis der Verwissenschaftlichung der Risikodebatte einigen Fortschritt gegeben zu haben. Unter den bisherigen Ergebnissen sind hervorzuheben: (1) Die erfolgreiche konzeptuelle Unterscheidung zwischen den Begriffen Risiko (oder genauer: Entscheidungsrisiko) und Gefahr, und (2) die Unterscheidung zwischen der Selbsteinschätzung von Risiken und der Fremdeinschätzung durch andere Akteure. Abgesehen, jedoch, von diesen Einsichten bleibt das Wissen über die Frage der Konstruktion und Kommunikation von Risiken in der modernen Gesellschaft fragil. Angesichts der Charakteristik der Transformation der modernen Gesellschaft, die wir noch skizzieren werden, scheint es so, als könnten wir keine nennenswerten Fortschritte bezüglich unserer Fähigkeit erwarten, robustes Wissen über Risiken und Gefahren zu generieren.

In diesem Aufsatz wollen wir neuere theoretische und empirische Entwicklungen der sozialwissenschaftlichen Diskussion von Risiken ausarbeiten. Eine solche Untersuchung erfordert erstens einen Bezug auf die Struktur moderner Gesellschaften und einige ihrer Hauptmerkmale. Diese Merkmale dienen als der soziale, politische und wirtschaftliche Kontext, innerhalb dessen die Wissenschaft allgemein, aber insbesondere auch die Kommunikation von Risiken durch Wissenschaftler, stattfindet. Die moderne Gesellschaft kann am besten als *Wissensgesellschaft* verstanden werden. Es ist offensichtlich, dass Wissenschaft und Technologie eine entscheidende Rolle in der modernen Lebenswelt spielen. Gleichzeitig wird Wissen überwiegend in Einzelteilen betrachtet: Die Wirksamkeit wissenschaftlichen Wissens und seine Unabhängigkeit vom bloßen menschlichen Dasein werden systematisch überschätzt. Zweitens beziehen wir uns auf das neu entstehende Verständnis der Philosophie und der Soziologie der Wissenschaft des wissenschaftlichen Handelns: Das Verständnis, dass wissenschaftliches Wissen im wesentlichen ein kontingenter Prozess ist. Wissenschaft und wissenschaftliches Wissen müssen aus einer Perspektive betrachtet werden, welche die sozialen Bedingungen ihrer Entstehung, Kommunikation und Diffusion anerkennt. Drittens werden wir uns in einigem Detail auf den Stand und den Status der Risikoanalyse in den Sozialwissenschaften beziehen und dabei sowohl die Fortschritte, die dabei erzielt wurden, als auch die hartnäckigen Schwierigkeiten hervorheben, die es bezüglich der Abschätzung und Kommunikation von Risiken in modernen Gesellschaften noch gibt.

1 Wissensgesellschaften

Im ersten Teil untersuchen wir in aller Kürze die Konzeption, dass die heutige Gesellschaft – oder präziser die Art von Gesellschaft, die im Entstehen begriffen ist, während die Industriegesellschaft zurückweicht – am besten als „Wissensgesellschaft“ beschrieben wird (siehe Stehr, 1994; 2000). Unsere Verwendung dieses Begriffs, den wir als fruchtbarer betrachten als konkurrierende Begriffe wie Informationsgesellschaft (Dizard 1992), Netzwerkgesellschaft (Castells 1996) oder postmoderne Gesellschaft (Lyotard 1986), erfordert einige Rechtfertigung.

Die heutige Gesellschaft kann als Wissensgesellschaft beschrieben werden, da sie in all ihren Bereichen von wissenschaftlichem und technischem Wissen durchdrungen wird. Im Ablauf des historischen Prozesses ist das Auftauchen von Gesellschaftsformationen, die wir als „Wissensgesellschaften“ analysieren, nicht etwa

eine plötzliche Erscheinung, also in diesem Sinne auch keine revolutionäre Entwicklung. Diese umgreifenden gesellschaftlichen Veränderungen müssen vielmehr als ein evolutionärer Prozess verstanden werden, in dessen Verlauf sich das die Gesellschaft definierende Merkmal ändert bzw. ein neues hinzukommt. In der Regel sind Ende und Entstehung eines Gesellschaftstyps gleich langwierige Prozesse.

Wissensgesellschaften sind nicht Ergebnis eines einfachen, eindimensionalen gesellschaftlichen Wandlungsprozesses. Sie entstehen nicht auf Grund eindeutiger Entwicklungsmuster. Viele konkrete soziale, politische und ökonomische Wege führen zur Wissensgesellschaft. Wissensgesellschaften sind schon aus diesem Grund keine einheitlichen gesellschaftlichen Konfigurationen. Sie werden sich ähnlich, indem sie, so paradox dies auch klingen mag, jeweils eigenen Entwicklungsmustern folgen und dabei in vieler Hinsicht verschiedenartig bleiben. Obschon neuere Entwicklungen in der Kommunikations- und Transporttechnik etwa dazu beitragen, dass die einstige Distanz zwischen Gruppen und Individuen aufbricht, bleibt die erhebliche Isolation zwischen Regionen, Städten und Dörfern erhalten. Die Welt öffnet sich zwar, Stile, Waren und Personen zirkulieren sehr viel intensiver, aber die Mauern zwischen den Überzeugungen über das, was heilig ist, bleiben bestehen.

Bis vor kurzem wurde die moderne Gesellschaft hauptsächlich durch die Begriffe Eigentum und Arbeit konzipiert. Auf Grund dieser Attribute konnten – oder mussten – Individuen und Gruppen ihre Mitgliedschaft in der Gesellschaft definieren. Während die traditionellen Attribute Arbeit und Eigentum gewiss nicht völlig verschwunden sind, wird ein neues Prinzip „Wissen“ hinzugefügt, das Eigentum und Arbeit als die konstitutiven Mechanismen der Gesellschaft herausfordert und transformiert.

Es ist diese vergrößerte soziale, politische und ökonomische Bedeutung von Wissenschaft und Technik in der modernen Gesellschaft, die eine Analyse ihres Wissens erfordert. Natürlich hat Wissen seit je eine Rolle für das menschliche Zusammenleben gespielt. Man kann geradezu von einer anthropologischen Konstanten sprechen: soziales Handeln, soziale Interaktionen oder die soziale Rolle sind wissensgeleitet und soziale Gruppierungen sind nicht bloß Herdenbildung, sondern symbolisch vermittelt, das heißt, sie beruhen auf Wissen. Alle Beziehungen zwischen Individuen beruhen grundsätzlich darauf, dass Menschen etwas voneinander wissen. Auch Herrschaft hat sich stets nicht nur auf physische Gewalt gestützt, sondern sehr häufig auch auf einen Wissensvorsprung. Und schließ-

lich ist die gesellschaftliche Reproduktion nicht nur eine physische, sondern beim Menschen auch immer eine kulturelle, das heißt Reproduktion von Wissen.

Das Phänomen Wissen und die Größe der Gruppen von Individuen, deren sozialer Einfluss und soziale Kontrolle auf Wissen basieren, wird in vielen Gesellschaftstheorien, in denen es eine prominente Rolle spielt, in der Regel eher restriktiv konzipiert. Man begnügt sich typischerweise mit dem anscheinend für unproblematisch gehaltenen Verweis auf die gesellschaftliche Funktion der als besonders zuverlässig geltenden und von der „scientific community“ ratifizierten objektiven wissenschaftlichen Erkenntnis. Dieser in manchen Theorien der modernen Gesellschaft oft mit großer Selbstverständlichkeit vorgetragene und von uns als oberflächlich charakterisierte Wissensbegriff ist in dieser Form keineswegs von gesellschaftlicher Belanglosigkeit. Im Gegenteil, der eng begrenzte Wissensbegriff hat eine nicht unerhebliche öffentliche Bedeutung und politischen Einfluss. Er verbindet die Annahme einer sozusagen konkurrenzlosen praktischen Effizienz mit der in der Wissenschaft produzierten Erkenntnis. Gleichzeitig ist er der sowohl in der Öffentlichkeit als auch in der Wissenschaft bevorzugte oder vorherrschende Wissensbegriff. Damit setzt er auf den umfassenden Kredit und den großen Autoritätsbonus, dessen sich insbesondere Naturwissenschaftler in der Gesellschaft erfreuen (vgl. Holton 1993). Der restriktive Wissensbegriff zeugt somit auch von dem Erfolg der Wissenschaft, ihren Wissensbegriff und die daran geknüpften Erwartungen zum gesamtgesellschaftlich führenden Verständnis zu machen.

Sieht man einmal von den oft schon mystischen Eigenschaften ab, die einem wissenschaftszentristischen Begriff des Wissens zugeordnet sind, so signalisiert seine Dominanz im gesellschaftlichen Verständnis von wissenschaftlicher Erkenntnis ganz offenbar den erheblichen Verlust des Stellenwerts nicht-wissenschaftlichen Wissens in der modernen Gesellschaft. Trotz des Anwachsens einer insgesamt sehr viel kritischeren Einstellung zur Technik und manifester anti-wissenschaftlicher kultureller Vorstellungen in der Bevölkerung, wie sie von Wissenschaftlern diagnostiziert und gefürchtet werden, lässt der Einfluss und die Bedeutung der Wissenschaft für alltägliche Lebensformen keineswegs nach. Das eng begrenzte begriffliche Verständnis von wissenschaftlicher Erkenntnis dominiert weiter.

Ökologische Überlegungen appellieren oft stark an moralische und ästhetische Naturbegriffe als Quelle ihrer Überzeugungskraft: Die pragmatischen Folgen solcher Überzeugungen berufen sich dann jedoch typischerweise auf wissenschaftli-

che Definitionen und Informationen: Toxizität von Chemikalien, Funktion der Ozonschicht usw. (siehe van den Daele 1992). In der voranschreitenden Verwissenschaftlichung des Alltags, zum Beispiel im Gesundheitswesen oder der Bewertung von Risiken aller Art, manifestiert sich der kulturelle Vorrang und die gesellschaftliche Übermacht einer bestimmten Wissenskonzeption, die wiederum in der Mehrzahl der gängigen Theorien der modernen Gesellschaft ebenfalls ihre Entsprechung findet.

Eine der unmittelbaren Folgen der Entstehung von Wissensgesellschaften für die Risikodebatte ist die Beobachtung, dass Wissensgesellschaften soziale Systeme sind, in denen Ereignisse nicht einfach stattfinden, sondern produziert werden. Wissensgesellschaften sind zunehmend von Menschen erzeugte Realitäten. In anderen Worten, der Bestand und der Zustand moderner Gesellschaften und ihre Zukunft sind demnach zunehmend entscheidungsabhängig. Und mit Entscheidungen entstehen Risiken.

2 Wissen über Wissen

Wissen und Information, um vorläufig bewusst relativ allgemeine und ambivalente Bezeichnungen zu benutzen, sind höchst merkwürdige „Entitäten“ mit ganz anderen Eigenschaften als zum Beispiel Güter, Waren oder auch geheime Botschaften. Werden sie verkauft, so gehen sie an den Käufer über und bleiben doch auch Eigentum ihres ursprünglichen Produzenten. Außerdem verliert man in einem Tauschprozess nicht die Verfügungsgewalt über das Wissen. Wissen hat keine Nullsummeneigenschaften. Im Gegenteil, Wissen ist ein Positivsummenspiel: alle können gewinnen. Allerdings ist die gleichgewichtige Verteilung des Gewinns keineswegs garantiert. Für viele Bereiche des Lebens mag es durchaus vernünftig, ja sogar notwendig sein, Wachstumsgrenzen zu setzen; für das Wissen scheint das nicht zu gelten. Dem Wachstum des Wissens sind praktisch keine Grenzen gesetzt

Dass die „*Wissenschöpfung*“ oder die Wissensproduktion voller Ungewissheiten steckt, dass man sie kaum vorhersagen oder planen kann, ist seit langem bekannt. Die Überzeugung, dass die *Wissensnutzung* weitgehend risikolos sei und der Wissenserwerb Unsicherheit zu reduzieren helfe, hat man dagegen erst sehr viel später aufgegeben. Dass Wissenschaft nicht mehr nur Zugangsmöglichkeit und Schlüssel zum Geheimnis der Welt ist sondern das Werden einer Welt, hat man ebenfalls erst vor kurzem begriffen. Ebenso wie man erst in jüngster Zeit zur

Überzeugung kam, dass Erkenntnisse trotz ihres gegenteiligen Rufs oft recht strittiger Natur sind, nicht unbedingt Lösungen bieten, sondern wenn sie einmal zu Grundlagen von Entscheidungshandeln werden, Probleme bzw. Risiken aufwerfen und Unentschiedenheiten produzieren. Wissen ist fast immer anfechtbar. Diese Eigenschaft gilt zwar im Kontext bestimmter wissenschaftstheoretischer Positionen als Besonderheit wissenschaftlicher Erkenntnisse und als Tugend; in pragmatischen Kontexten wird diese prinzipielle Anfechtbarkeit der wissenschaftlichen Erkenntnis aber häufig verdrängt.

Wir möchten Wissen als Fähigkeit zum sozialen Handeln (Handlungsvermögen) definieren, als die Möglichkeit etwas in „Gang zu setzen“. Damit ist die Verbindung von sozialem Handeln und Wissen, wenn auch nur zeitweise und vorläufig, unterbrochen. Im Sinn dieser Definition ist Wissen ein universales Phänomen oder eine konstante anthropologische Größe. Unsere Begriffswahl stützt sich unmittelbar auf Francis Bacons berühmte und faszinierende These „scientia est potentia“ oder, wie diese Formulierung häufig, aber irreführend, übersetzt wurde: *Wissen ist Macht*. Bacon behauptet, dass der besondere Nutzen des Wissens sich von seiner Fähigkeit ableitet, etwas in Gang zu setzen. Der Begriff *potentia*, die Fähigkeit, umschreibt hier die „Macht“ des Wissens.

Wissen erfüllt gewiss nur dort eine „aktive“ Funktion im gesellschaftlichen Handlungsablauf, wo Handeln nicht nach im wesentlichen stereotypisierten Mustern (Max Weber) abläuft oder ansonsten weitgehend reguliert ist, sondern wo es, Entscheidungsspielräume oder -notwendigkeiten gibt. Für Karl Mannheim (1929) beginnt soziales Handeln deshalb auch erst dort, wo der noch nicht rationalisierte Spielraum anfängt, wo nicht regulierte Situationen zu Entscheidungen zwingen.

Darüber hinaus und im Gegensatz zu dem, was die klassische funktionalistische Differenzierungstheorie nahe legt, gibt es gerade in vielen kritischen Fragen über das Wirken natürlicher und gesellschaftlicher Prozesse keine kognitive Gewissheit. Das heißt, die Wissenschaft kann keine Wahrheiten (im Sinne von bewiesenen Kausalketten oder gar universellen Gesetzen) liefern, sondern nur mehr oder weniger gut begründete Vermutungen, Szenarien und Wahrscheinlichkeiten. Statt Quelle von gesichertem Wissen und Gewissheit zu sein, ist die Wissenschaft damit Quelle von Unsicherheit. Und anders als es rationalistische Wissenschaftstheorien vorschlagen, ist das Problem nicht dadurch zu erfassen, dass man zwischen „guter“ und „schlechter“ Wissenschaft (oder zwischen Pseudowissenschaft und richtiger Wissenschaft) unterscheidet. Wer sollte dies unter Bedingungen der Unsicherheit auch tun können?

Der besondere, ja geradezu herausragende Stellenwert des wissenschaftlichen und technischen Wissens in der modernen Gesellschaft resultiert auch nicht primär aus der Tatsache, dass wissenschaftliche Erkenntnis immer noch weitgehend als ein wahrhaftiger, objektiver, das heißt realitätskonformer Maßstab oder als eine unstrittige Instanz wahrgenommen oder behandelt wird – angesichts dessen Rufs viele Gruppen und Individuen in unzähligen alltäglichen Situationen bereit sind, ihre Zweifel und Bedenken zurückzustellen.

Der besondere soziale, aber vor allem ökonomische Stellenwert ergibt sich daraus, dass wissenschaftliches Wissen mehr als jede andere Wissensform kein statisches Wissen repräsentiert und permanent zusätzliche Handlungsmöglichkeiten fabriziert und konstituiert. Damit ergibt sich zwischen wissenschaftlichen und ökonomischen Systemen eine interessante Analogie in der Funktion zusätzlichen Wissens; in beiden Systemen wird für zusätzliches Wissen eine „Prämie“ entweder in Form von Anerkennung und Prestige oder monetären Erträgen ausgelobt. Das Wissenschaftssystem erwartet, betont und belohnt zusätzliche oder „neue“ Wissensseinheiten als Ausdruck wissenschaftlicher Kompetenz und beruflichen Erfolges. In der modernen Ökonomie erhält neues Wissen ähnlich wie im Wissenschaftssystem einen besonderen, lohnenden Stellenwert, nicht zuletzt indem zusätzliches Wissen in die Nähe einer Ware rückt und Wettbewerbsvorteile verspricht (siehe Stefik 1999; Burton-Jones 1999; Stehr 2001). Wissenschaftliche Erkenntnis repräsentiert somit Handlungsmöglichkeiten, die sich ständig ausweiten und verändern, indem neuartige Handlungschancen produziert werden, die, wenn auch nur vorübergehend, „privat appropriiert“ werden können.

Hebt man die (gedachte) Trennung von Wissen und Handeln wieder auf, so signalisiert die Definition von Wissen als Handlungs*vermögen* zudem, dass die Realisierung oder die Anwendung von Wissen immer unter bestimmten sozialen und kognitiven Rahmenbedingungen stattfindet. Und insofern die Realisierung von Wissen von bestimmten Bedingungen abhängig ist, haben wir gleichzeitig einen ersten wichtigen Verweis auf die Relation von Wissen und Macht. Die Kontrolle der für die Implementation von Wissen notwendigen sozialen und kognitiven Bedingungen erfordert einen bestimmten Grad von Macht. Je größer zum Beispiel der Umfang des zu realisierenden praktischen Projektes, desto größer die notwendige Macht, um die sozialen und kognitiven Rahmenbedingungen, die die Realisierung des Wissens als Handlungs*vermögen* erlauben, kontrollieren zu können.

3 Wissenschaft und die neue Unsicherheit in der Gesellschaft

Wissenschaft erzeugt nicht nur neues Wissen, sondern auch neue Unsicherheiten. Durch wissenschaftliche Entdeckung werden gleichzeitig neue Handlungsmöglichkeiten eröffnet und komplexere Entscheidungslagen erzeugt. Dadurch entstehen Gefahren und Risiken für die Gesellschaft. Die Folgen wissenschaftlicher Erkenntnis können in den Anwendungssystem konstruktiv und destruktiv sein. Gerade Ulrich Beck hat nie nachgelassen auf diesen Aspekt des wissenschaftlichen Fortschritts vehement hinzuweisen zuletzt Beck 1998, S.276f). Mit Hilfe des Wertfreiheitspostulats hat sich die Wissenschaft von den verursachten Schäden selbst freigesprochen, indem sie sich Indifferenz gegenüber ihren gesellschaftlichen Auswirkungen verordnet hatte. Angesichts des in den letzten Jahrzehnten dieses Jahrhunderts massiv entstandenen und gesellschaftsweit verbreiteten Risikobewusstseins scheint dies Abschottung langsam brüchig zu werden. Die Wissenschaft wird aufgefordert, die von ihr erzeugten Folgen und Risiken für die Gesellschaft mitzubedenken (Janasoff/Wynne 1998, S.24ff).

Das Entstehen und das rasche Wachstum von Technologiefolgen- und Risikoforschung, die in letzten 15 Jahren einen Boom erlebt haben, zeigen dass das Wissenschaftssystem die Herausforderung angenommen hat. Diese Forschung hat sich am Rande des Wissenschaftssystems etabliert, so als ob es sich um ganze normale Forschung handeln würde. Dabei wird zu leicht übersehen, dass die Wissenschaft in reflexiver Einstellung selbst über sich forscht. Gerade der Risikodialog macht die Selbstbezüglichkeit dieser Art des wissenschaftlichen Handelns bewusst.

Damit ist nicht so sehr gemeint, dass auch wissenschaftliches Forschen Risiken und Gefahren beinhaltet, die auf Grund der hypothetischen Basis jeglichen wissenschaftlichen Arbeitens entstehen. Man kann z.B. falschen Hypothesen nachgehen und statt Wahrheit Unwahrheit erzeugen. Oder es wird viel Geld in die Konstruktion einer Theorie gesteckt, die dann von jemand anderem ohne großen Aufwand entwickelt wird. Das Telos der Wissenschaft, neues Wissen zu produzieren, das sich im Dauerbetrieb der Wissensproduktion und heute im verstärkten Maß in der Anwendung bewähren muss, ist immer mit dem zunehmenden Risiko des Scheiterns belastet. Dies sind, um mit Perrow zu sprechen, ganz normale Risiken des wissenschaftlichen Arbeitens.

Neuartige Probleme hingegen stellen sich für die Wissenschaft bei der Erforschung unerwünschter Folgen wissenschaftlicher Technologien, die in der Natur

und Gesellschaft auftreten. Die Wissenschaft wird mit Fragen konfrontiert, die nicht ihrer eigenen Sicht- und Arbeitsweise entstammen. Wie Alvin M. Weinberg schon sehr früh beobachtet hat, wird sie mit Fragen konfrontiert, die sie nicht beantworten kann: „Questions which can be asked of science and yet which cannot be answered by science“ (Weinberg 1972, S.215). Kein Wunder, dass in diesem Zusammenhang transwissenschaftlicher Erkenntnis oder zumindest transdisziplinärer Forschung gefordert wird, die aber natürlich auch, aber mit den Methoden der Wissenschaft, gewonnen werden soll (Grunwald 1999, Mittelstraß 1998, Nowotny 1999, S.101ff.).

Wissenschaft ist gezwungen, über ihre eigenen Anwendungsbedingungen und Anwendungsfolgen zu reflektieren – und sie kann dies nicht anders als mit Hilfe wissenschaftlicher Methoden. Das ist ein reflexiver Selbstbezug, den das Postulat der Wertfreiheit nun gerade ausgeschlossen hat, um nicht in eine endlose Reflexionsschleife zu geraten. Denn wenn die Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklung allein auf der Basis wissenschaftlicher Methoden reflektiert werden können, und das kennzeichnet das Neue transdisziplinärer Forschung, wie Technology Assessment, ökologische Forschung, Risikoforschung, dann spricht sie über sich selbst wie über einen Naturgegenstand, und auch die neu entstandene transdisziplinäre Forschung kann wiederum auf ihre Folgen untersucht werden (Bechmann/Frederichs 1998). Über die Riskanz der Risikoforschung und über die Folgen der Folgenforschung in Politik und Wirtschaft werden heute schon Expertisen angefertigt und in den wissenschaftlichen Arbeitsprozess eingespeist.

Indem die Wissenschaft sich mit Risikolagen und gesellschaftlichen Unsicherheiten beschäftigen muss, wandeln sich wissenschaftlich garantierte Sicherheiten in Unsicherheiten. Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) hat versucht, aus diesem Dilemma mit einer Risikotypologie gravierender Gefahren einen Ausweg zu suchen (WBGU 1998, S.10ff.). Die Klassifikation von Risikoprofilen soll dazu dienen, „Entscheidungshilfen bereitzustellen, die auf der einen Seite sicherstellen, dass die Staatengemeinschaften ihrer Handlungsfähigkeit und Innovationskraft nicht erlahmt ... und auf der anderen Seite Gewähr dafür bietet, dass die Bedrohungspotentiale globaler Risiken nicht verdrängt, sondern beherzt und vorsorgeorientiert angegangen werden“ (WBGU 1998, S.5). Nun haben solche Klassifikationen immer etwas Provisorisches und Voluntaristisches an sich. Sie sind wie die Richterskala bei Erdbeben nach oben offen. Eine neue Katastrophe, ein unbekanntes Virus, schon muss das Schema erweitert werden. Auch werden sie kaum der Dynamik der

Gefahrenlagen gerecht, die im Laufe ihrer Entwicklung mehrere Typen durchlaufen können. Um die neuartigen Probleme der Gefährdungen, mit denen sich die Wissenschaft heute gegenübergestellt sieht, in ihrer Struktur besser erfassen zu können, gehen wir von einer Analyse der gesellschaftlich erzeugten Unsicherheit aus und fragen, warum gerade heutzutage die Risikosemantik weltweit eine führende Rolle erhalten hat, wenn die Zukunft der Gesellschaft thematisiert wird (Nassehi 1997).

Westliche Industriegesellschaften zeichnen sich – im historischen Vergleich gesehen – durch ein hohes Maß an sozialer Sicherheit aus, die durch die unterschiedlichsten Versicherungssysteme gewährleistet wird. Hinzu kommt, dass die Lebenserwartung der Bevölkerung ständig steigt, weil durch ein umfassendes Gesundheitssystem Seuchen, Epidemien und viele Krankheiten entweder verhindert oder in ihren Wirkungen stark gemildert werden. In einer Gesellschaft, die seit Jahrzehnten keine ernstlichen Kriegsgefahren kennt, muss es verwunderlich erscheinen, dass Zukunftsfurcht zu einem öffentlichen Thema und Anlass zu Protesten gegen neue Technologien geworden ist (Lübbe 1993). Wie kommt es, so kann man fragen, dass die Zukunft heute wesentlich unter dem Aspekt des Risikos und nicht mehr des Fortschritts interpretiert wird?

Ulrich Beck sieht in der zunehmenden Risikothematisierung das Bewusstsein einer neuen Entwicklungsstufe der Gesellschaft. Die Wiederkehr der Unsicherheit stellt für ihn das Kriterium der Unterscheidung von Industrie- und Risikogesellschaft dar. „Dieser Schnitt lässt sich – analytisch – so legen, dass die Risikogesellschaft dort beginnt, wo die gesellschaftlichen Normungssysteme versprochener Sicherheit angesichts der durch Entscheidung ausgelösten Gefahren versagen“ (Beck 1993, S. 40). Mindestens in drei Diskursen der Gesellschaft wird die Gefährdung der Gesellschaft durch sich selbst thematisiert (Kaufmann 1992).

- a) Zum einen handelt es sich um die Folgen der Anwendung so genannter Hochtechnologien. Beruhen diese nun auf wissenschaftlichen Grundlagen der Physik, Chemie oder Biologie, in jedem Fall sind diese Technologien mit einem hohen Katastrophenpotential belastet. Kommt es zu Störfällen oder gar zum vollständigen Versagen, so stehen die Schäden in keinem Verhältnis mehr zu ihren Zwecken. Darüber hinaus versagen auch die bestehenden Kompensationsmöglichkeiten mittels der Haftung durch die Betreiber, insofern das Schadensausmaß so verheerend ist, dass es jenseits der Versicherbarkeit liegt (Beck 1994, S. 541).

Für Hochtechnologien ist charakteristisch, dass die katastrophalen Folgen durch nicht mehr kontrollierbare Störungen entstehen, da ihre Struktur eine so hohe Komplexität aufweist, sowohl in Bezug auf die Kopplung der Elemente als auch in Bezug auf die Kompliziertheit der in ihnen ablaufenden Prozesse, dass es keine vollständige Beherrschung geben kann (Perrow 1986). Unglücksfälle können nur noch unwahrscheinlich gemacht, aber nicht mehr ausgeschlossen werden. Genau dies macht auch das hohe Konfliktpotential aus, mit dem diese Technologien belastet sind. Wenn sich die Katastrophenträchtigkeit nur eindämmen, aber nicht beseitigen lässt, verwandelt sich das technische Problem der Sicherheitsmaßnahmen in das soziale Problem der Akzeptanz von möglichen menschlich erzeugten Katastrophen.

- b) Im Laufe der Risikodebatte hat sich gezeigt, dass wie z.B. bei der Gentechnologie neben dem mit ihrem möglichen Katastrophenpotential verbundenen Risiko noch eine weitere Dimension von Unsicherheit gesellschaftlich produziert wird. In der Auseinandersetzung geht es nicht nur um die mögliche ungewollte und unkontrollierte Verbreitung von gefährlichen Produkten genetischer Manipulation, sondern an der Gentechnologie wird schlagartig das zunehmende Missverhältnis von Handlungsabsichten und Folgewirkungen technisch bedingter Handlungen bewußt. Durch die und mit Hilfe der Gentechnologie kann der Mensch die Bedingungen seiner eigenen Evolution zu manipulieren versuchen. Gentechnologie greift, gerade weil sie die sich selbstproduzierenden Mechanismen der biologischen Grundlagen des Menschenlebens dem Zugriff des Menschen zugänglich macht, tief in das kulturelle Selbstverständnis und die Identität des Menschen ein (Rheinberger 1996). Die damit verbundenen sozialen und kulturellen Veränderungen und Verschiebungen in den Selbstinterpretationen des Menschen sind heute von noch un-absehbarer Tragweite. Mit anderen Worten, es handelt sich um einen Eingriff in die Evolution, dessen Wirkungen nicht im entferntesten prognostiziert werden können.
- c) Ein dritter Typ von Unsicherheitsproduktion entsteht bei den völlig unspektakulären Folgen alltäglicher Handlungen. Gemeint sind damit die langfristigen ökologischen Veränderungen durch tagtägliches Handeln und Entscheiden. Sei es der Autoverkehr, die CO₂-Produktion, das Abholzen der tropischen Regenwälder und auch der massenhafte Verbrauch von Waschmitteln. Die Folgen dieses Verhaltens schlagen sich nieder im Waldsterben, der möglichen Klimaveränderung oder in der irreversiblen Verschmutzung unseres Grund-

wassers. Kennzeichnend für diese Art millionenfacher tagtäglicher Gefahrenlagen ist zum einen, dass eine längere Zeitdistanz zwischen Ursachen und Wirkungen liegt; zum anderen bei den Folgen eine extrem hohe Zahl mitwirkender Faktoren im Spiel ist (Waldsterben, Klimaveränderung). Weiterhin ist charakteristisch, dass die Wirkungen nur noch mittels des Einsatzes von Wissenschaft und Technik überhaupt wahrgenommen werden können und, dass Handlung, Folgen und Verursacher soweit auseinander treten, dass keine eindeutige Beziehung mehr festzustellen ist. Letzteres insbesondere, zumal ja nicht nur ein Verursacher Schuld an dem erzeugten Schaden hat, sondern die Gefährdung und Schädigung nur durch das Zusammenwirken vieler entsteht, manchmal sogar auf Generationen verteilt. Dies alles bewirkt, dass es schwerfällt und vielleicht sogar unmöglich ist, Grenzwerte anzugeben, ab welchem Zeitpunkt eine Schädigung beginnt, mit welchen Maßnahmen sie zu bekämpfen ist oder wer eigentlich zur Verantwortung zu ziehen sei.

Neben der Langfristigkeit bereitet auch zusehends die Globalität der kumulativen und in der Regel grenzüberschreitenden Folgen ökologischer Gefährdungen Probleme beim Ergreifen rechtzeitiger Abwehrmaßnahmen (O'Riordan 1996). Es geht ja nicht nur um die Feststellung des Ursachenmechanismus, was bei vielen Umweltschädigungen selten gelingt, sondern hinzukommen muss, dass diese Schäden als solche auch anerkannt werden, um entsprechend handeln zu können. Die wechselseitige Beziehung von Erkennen und Anerkennen macht das eigentliche Problem der Früherkennung oder Vorsorge aus (Bechmann/Gloede 1992). Sobald aber ökologische Risiken in globaler Perspektive thematisiert werden, müssen Handlungsprogramme in Kraft gesetzt, schwierige Konsensprozesse zur Anerkennung der Relevanz des Problems oder für die Dringlichkeit zum Handeln organisiert werden. Gerade die Uneindeutigkeit ökologischer Schädigung und die Globalität der Folgen macht Prävention schwierig.

Diese drei Bereiche der Selbstgefährdung der Gesellschaft erzeugen die Unsicherheit in der Risikogesellschaft. So verschieden auch die angeführten Beispiele sein mögen, eines haben sie jedoch gemeinsam: dass es sich bei ihnen um Deutungen handelt, wie jeweils die Zukunft zu gestalten sei: denn, darauf hat Franz-Xaver Kaufmann hingewiesen, wie groß die Gefahr wirklich ist, kann keiner heute mit Sicherheit voraussagen. Welches Ausmaß eventuelle Katastrophen dieser Art annehmen können, und wie wahrscheinlich das Auftreten solcher Katastrophen ist, wie groß also die objektive Gefahr ist, bleibt ungewiss (Kaufmann 1992, S. 19).

Die Moderne zeigt im Blickwinkel der Risikothematik eine „unaufhebbare Ambivalenz“ (Baumann 1992) in dem Sinne, dass Unsicherheit in bisher ungeahntem Ausmaß nicht nur erzeugt wird, sondern dass möglicherweise auch alle Lösungsversuche dieses Problem nur noch stärker bewußt machen (Baumann 1992a). Dies sei kurz an den drei diskutierten Fällen: Hochtechnologie, Gentechnologie und ökologische Folgen demonstriert.

Die Entwicklung von Hochtechnologien hat zu komplexen und schwer kontrollierbaren technischen Gebilden geführt, wobei die Gefahr besteht, dass deren eigentliche Zwecksetzung, Energie, Werkstoffe usw. zu erzeugen, durch ihre damit verbundenen Nebenfolgen (Auswirkungen auf Mensch und Natur) zunehmend überwuchert werden. Nicht nur, dass durch zunehmende Sicherheitsmaßnahmen die Technik nicht nur nicht sicherer wird, sondern, wie empirische Studien zeigen, steigen bei weiteren Sicherheitsvorkehrungen die Komplexität des Gesamtsystems und damit auch dessen Störanfälligkeit (La Porte 1982). In der Gesellschaft wird bewusst, dass die technisch erzeugten Risiken nicht gelöst, sondern bestenfalls in eine andere Art der Unsicherheit überführt werden (Krücken 1997). Und genau dieser Sachverhalt führt zu einem weitverbreiteten Kontingenzbewusstsein dergestalt, dass sowohl bewusst wird, dass auch andere Entscheidungen möglich wären, als auch, dass die Katastrophe von niemandem ausgeschlossen werden kann, so minimal ihre Eintrittswahrscheinlichkeit auch bestimmt werden mag.

Das Beispiel Gentechnologie belegt, dass im Risiko auch die Chance mitgegeben ist, zu gestalten. Erst wenn man Gefahren der Denaturalisierung des Menschen in Risiken verwandelt, also ohne Rücksichtnahme auf metasoziale Regeln (Religion, Tradition) die Chancen und Nachteile eines Eingriffs in die Evolution zu kalkulieren beginnt, kann man wissenschaftlich-experimentell in den Leben erzeugenden biologischen Mechanismus eingreifen. Je mehr man in den Gestaltungsbereich menschliches Handeln einbezieht, um so rascher ändern sich die gesellschaftlichen Strukturen, d.h. sie werden entscheidungsabhängiger, gleichzeitig nehmen aber auch die nichtvorgesehenen Handlungsfolgen zu und, was vielleicht ausschlaggebend ist, die Zukunft wird unbestimmbarer, da diese dann auf Entscheidungen beruht, die so oder auch anders ausfallen können (Bechmann 1994). Das Nichtwissen wird in seiner Bedeutung für Entscheidungen mit Zukunftscharakter konstitutiv (Luhmann 1992, S. 186).

Das schwierigste Problem jedoch dürften die ökologischen Folgeprobleme sein. Veränderungen der Natur, aber auch der von Menschen erzeugten zweiten und dritten „Natur“ geschehen in schneller oder langsamer Art, plötzlich oder

schleichend. Sie werden durch kaum erkennbare Ursachen oder durch Massenhandeln ausgelöst. Veränderungen des Ökosystems lassen sich weder linear noch kausal interpretieren. Sie sprengen somit alle bisher bekannten klassischen Analysemodelle und an Kausalitätsvorstellungen gebundene Realitäts- und Handlungsrahmen. Sie machen die Komplexität und Kontingenz der Welt in großem Maßstab bewusst, da die synergistischen Effekte gerade durch das Handeln von vielen Menschen erzeugt werden. Hier wird Unsicherheit durch Zurechnung geschaffen. Zum einen ist man unsicher, ob die erforschten Kausalitäten für das entstehende Problem wirklich Geltung haben (Waldschaden) oder ob nicht ganz andere Faktoren eine Rolle spielen. Zum anderen werden immer mehr Folgen und Auswirkungen dem Menschen zugerechnet (Klimakatastrophe), ohne genau zu wissen, ob nicht vielmehr bisher noch nicht beeinflussbare Bedingungen der Naturevolution für die Veränderungen verantwortlich zu machen sind. Gesteigerte Verantwortlichkeit bei zunehmender Ungewissheit könnte man diesen Sachverhalt nennen (Adams 1995, S.29ff).

Die Risikosemantik signalisiert somit eine neue Unsicherheit in der Gesellschaft, die in der bewusst als kontingent wahrgenommenen Zukunft liegt. Risiko unter diesem gesellschaftstheoretischen Aspekt meint damit, dass mögliche Schäden auf das Entscheidungsverhalten *schon heute* zugerechnet werden, wobei Wissen über das Ausmaß der Schädigung, den Eintritt des Schadens und ob es überhaupt zur Schädigung kommen wird, nicht gewonnen werden kann. Das Nicht-Wissen (Unkalkulierbarkeit der Entscheidungsfolgen) wird zum Bestandteil der Entscheidung. Nur eines ist gewiss, es muss entschieden werden, da keine gesellschaftliche Instanz sichtbar ist, der man die zukünftigen Schäden zurechnen kann, bleibt nur die Entscheidung unter Unsicherheitsbedingungen. Die Ausdehnung der Entscheidungspotentiale sowie der Wegfall jeglicher metasozialer Regeln und der dadurch entstehende Druck, Optionen zu wählen, hat dazu geführt, dass die Gesellschaft ihre Zukunft heute zunehmend unter dem Aspekt des Risikos wahrnimmt.

4 Die Verwissenschaftlichung der Risikothematik

Seit Beginn der Risikoforschung war es ihr erklärtes Ziel, Risiken einer rationalen Kalkulation zu unterwerfen. Hierfür wurde aus den unterschiedlichsten Disziplinen Anleihen gemacht. Zur traditionellen statistischen Behandlung von Risikokalkulationen, traten wirtschaftswissenschaftlich orientierte Analysen, spieltheo-

retische Kalkulationen und entscheidungstheoretisch inspirierte Überlegungen, die mit Erwartungen und Präferenzen rechneten. Erst später traten sozialwissenschaftliche Forschungen hinzu, die zeigten, dass der „reale“ Mensch andere Risiken kalkulierte wie es die Wissenschaft mit ihren formalen Modellen von ihm verlangte (als Überblick Banse/Bechmann 1998, S.5ff). Diese Bemühungen resultierten in dem Vorschlag Risiko als das Produkt aus der Schadenshöhe und dem Wahrscheinlichkeitsgrad des Eintritts des Schadens zu bestimmen. Damit meinte man ein universelles Maß des Risikos gefunden zu haben. In den daran anschließenden Kontroversen wurde diese Risikobestimmung jedoch ihrer so eleganten formalen Form entkleidet. Die Kritik des formalen Risikobegriffs führte zu einer inhaltlichen Bestimmung von Risikokonflikten, wie im Folgenden gezeigt wird.

4.1 Kritik am formalen Risikobegriff

In den Anfängen wurde die Risikoforschung durch die Unterscheidung subjektives versus objektives Risiko beherrscht. Als subjektives bezeichnete man das vom einzelnen Individuum wahrgenommene Risiko, während objektives Risiko, das von der Wissenschaft als exakt ermitteltes und nach formalen Prinzipien kalkuliertes Risiko meinte. Die Differenz subjektives/objektives Risiko fand ihren Ausdruck in der Debatte über die Risikoformel. Erklärtes Ziel dieser Forschung war es, ein universell gültiges Risikomaß zu entwickeln, mit dessen Hilfe man die unterschiedlichsten Risikotypen vergleichbar machen konnte. Man hoffte, dass es dadurch möglich würde, eine rationale Klärung der Akzeptierbarkeit der unterschiedlichsten Risiken zu erreichen, je nach Grad ihrer Wahrscheinlichkeit und der Schwere ihrer Schäden. Kern dieser Überlegungen bildete die aus der Versicherungswirtschaft entlehene Formel, wonach das Risiko (R) gleich dem Produkt der Wahrscheinlichkeit (W) und des Schadensausmaßes (S) ist. Sie ist immer dann anwendbar, wenn sich quantitativen Maße anbieten, auf die verschiedenartige Nutzen- und Schadensaspekte projiziert werden können. Ein einheitliches Maß für Nutzen und Schäden konnte nicht gefunden werden. Auch für Schäden allein war dies nicht möglich (neuerdings zu diesem Problem Fermers, Jungermann 1992). Selbst die Umrechnung der unterschiedlichsten Schäden in Geldeinheiten führte zu willkürlichen und stark umstrittenen Ergebnissen.

Bei der zweiten Komponente, der Wahrscheinlichkeitsberechnung, geriet man an die Grenzen des objektiv Wißbaren, wie das Beispiel der Kernreaktorschmelze zeigt. Solange keine zureichenden empirischen Fälle vorliegen, kann man nur subjektive Wahrscheinlichkeiten angeben, bei denen bei genauer Betrachtung

Wunschdenken des jeweiligen Schätzers eine erhebliche Rolle spielt (Kuhbier 1986).

Die Formel $R = W \cdot S$ sollte ein Modell für rationale Entscheidungen liefern, weil man hier die Möglichkeit sah, unterschiedliche Aktivitäten und potentielle Schäden miteinander in Beziehung zu setzen. In dieser Formalisierung sah man die Chance, die unterschiedlichen Risikoquellen nach einem formalen Kalkül, unabhängig von persönlichen oder sozialen Interessen zu bewerten. Die Abstraktion von qualitativen Differenzen innerhalb der Schadensdimension und die Enthistorisierung der Zeitdimension durch die Wahrscheinlichkeitsrechnung sind der Preis für ein allgemeingültiges und universelles Risikomaß zur Abschätzung der gesellschaftlich erzeugten Risiken (kritisch dazu Rapoport 1988).

Die Krise des objektiven Risk-Assessment begann mit zwei Einsichten: dass es selbst in den Sicherheitswissenschaften keinen einheitlichen Risikobegriff geben kann und dass die aus der Kaufmannssprache geborgte Formel von $R = S \cdot W$ gerade dann in der Öffentlichkeit nicht verstanden und akzeptiert wurde, wenn es sich um ein enormes Gefährdungspotential durch neue technische Anlagen handelte (Binswanger 1990).

4.2 Zur Differenz Entscheider und Betroffener

Die Verwandlung von Gefährdungstatbeständen in formale Kalkulationen, wie dies jedes Mal bei einer Risikoberechnung geschieht – und dies zeigt sich rasch in öffentlichen Debatten um die Einschätzung der Folgen neuer Technologien – birgt sozialen Konfliktstoff. Gerade bei Risiken, die nicht individuelle Handlungsoptionen betreffen, sondern die Betroffenheit Dritter einbeziehen, ist die Entscheidung über Risiken von der Schädigungszumutung gegenüber anderen nicht von der eigentlichen formalen Kalkulation zu trennen. Dies vor allem nicht, wenn über den erwartbaren Schadensumfang keine eindeutigen Aussagen möglich sind. Die Frage nach der Sozial- und Umweltverträglichkeit, einem normativen Kriterium, ist somit unweigerlich mitgegeben. Ebenso wie bei der Grenzwertbestimmung gibt es keine objektiven Margen der Belastung, unterhalb derer man feststellen kann, ob etwas schädlich oder sicher ist. Vielmehr stellen Risikofestlegungen und Grenzwerte Ergebnisse von Konsens/Dissens-Prozessen dar, bei denen widerstreitende Interessen ausgeglichen werden müssen. Damit ist aber nur die Komplexität der Risikokalkulation beleuchtet, dahinter scheint sich jedoch eine grundlegende gesellschaftliche Veränderung zu verbergen. Mit der Entwicklung und Implementierung neuer Technologien und der zunehmenden Zahl irreversibler Eingriffe in

die Umwelt entsteht eine neue Konfliktlinie, die Entscheider und Betroffene trennt und die durch die Unterscheidung Risiko/Gefahr als Streitthema symbolisiert wird. Luhmann hat dies durch die Differenz von Risiko und Gefahr begrifflich auf den Punkt gebracht. Um Risiken handelt es sich immer, wenn etwaige künftige Schäden auf die eigene Entscheidung zurückgeführt werden; um Gefahren handelt es sich dagegen um von außen kommende Schäden, die der Betroffene nicht beeinflussen kann (Luhmann 1992, S. 30/31).

Obwohl heute alle Gefährdungen technischer oder ökologischer Art durch Handeln und Entscheiden verursacht werden – nichts anderes besagt die These von der Gefährdung der Gesellschaft durch sich selbst – werden die technologisch-ökologischen Bedrohungen von den einen als Risiken, von den anderen als Gefahren wahrgenommen, und – es wird entsprechend gehandelt. Dies hat mehrere Gründe:

- Bei technisch-ökologischen Risiken fallen Kosten und Nutzen auseinander bzw. sind diese nicht auf eine Person bezogen, so dass eine Kosten/Nutzen-Kalkulation für die Entscheidung nicht mehr instruktiv ist. Viele, die durch neue Technologien besonders gefährdet sind, wie z. B. Anwohner von Kernkraftwerken, Bewohner bestimmter industrialisierter Regionen oder Nachbarn von chemischen Großanlagen, müssen überproportionale Nachteile ertragen, während der Nutzen auf alle verteilt wird.
- Zweitens sind heute Risikoverursacher oder genauer Risikoentscheider prinzipiell von den Risikobetroffenen unterschieden. Dies ist sicher zum einen Folge der Ausdifferenzierung der Gesellschaft mit ihren Funktionssystemen: dass Entscheidungen und Entscheidungsfolgen nicht mehr räumlich, zeitlich und sozial zusammenfallen, da die Handlungs- und Wirkungsketten ungemein verlängert worden sind. Zum anderen lassen sie sich ohne wissenschaftliche Messgeräte kaum wahrnehmen und auf Grund ihrer Komplexität nur schwer den Verursachern zurechnen (Lau 1989).
- Drittens: Technisch-ökologische Gefährdungen sind soziale Risiken. Sie werden einem aufgelegt, man geht sie nicht freiwillig ein. Ob nun ökologische Risiken durch das Handeln vieler verursacht werden (Waldsterben) oder technische Risiken durch die Entscheidungen weniger entstehen, eines ist sicher: Der Einzelne hat sie weder gewollt, noch konnte er über die Bedingungen, unter denen sie eingegangen wurden, mitentscheiden. Sie werden gewissermaßen ohne sein Wissen, Wollen und Mitwirken in die Welt gesetzt. Angesichts

dieser Lage bleibt dem Einzelnen nur übrig, sich den Gefahren zu entziehen, sich damit abzufinden – oder zu protestieren.

Mit anderen Worten: Sobald riskante Entscheidungen auf dem Gebiet der Ökologie oder Technik getroffen werden, entsteht die *Differenz Entscheider/Betroffener*. Entscheidend ist nun, dass diese Differenz nicht mehr Personen trennt, nicht mehr klassenspezifisch diskriminiert oder soziale Unterschiede macht. Die Trennung Entscheider/Betroffener zielt auf Funktions- und Machtaufteilung. Wer entscheiden darf und wer Betroffener ist, stellt somit eine soziale Zurechnungsfrage der Selbst- und Fremdzuschreibung dar, die auf individueller, organisatorischer und gesellschaftlicher Ebene entschieden wird. Die Differenz ist mit den Funktionen der Teilsysteme mit institutionalisiert. Hier liegt übrigens auch ein Grund dafür, dass sich der ökologische Protest so schlecht auf Dauer organisieren lässt: Er läuft in die Fallstricke der funktionalen Differenzierung.

Entsprechend sind auch die Perspektiven different. *Aus der Entscheidungsperspektive stellt sich die Bedrohung als ein Risiko dar, aus der Betroffenenperspektive als eine Gefahr*. Der Entscheider versucht, die Entscheidung mit Hilfe von Kalkulationen, Abschätzungen, Szenarien usw. zu rationalisieren. Er geht sogar soweit, die Sicht des Betroffenen mit zu berücksichtigen, indem er die Frage der Akzeptanz einkalkuliert und sogar Aufklärung über das Risiko betreibt. Die Entscheidung über mögliche Risiken mag noch so komplex und voraussetzungsreich angelegt sein, eines kann sie nicht: das Risiko als Gefahr sehen und damit auf Betroffenheit umschalten.

Umgekehrt nimmt der Betroffene die Folgen der riskanten Entscheidung als Gefahren wahr. Der Betroffene sieht sich einer Gefahr ausgesetzt, über deren Entstehung er nicht mitentschieden hat, die er nicht kontrollieren kann, der er ausgeliefert ist und von der er nur weiß, dass sie aus der Sicht des Verursachers ein Risiko darstellt – es bleibt ihm die Unsicherheit und Angst.

Technisch-ökologische Gefährdungen erzeugen Dissens, und zwar Dissens in bezug auf eine als Risiko oder als Gefahr erwartete Zukunft. Jede Entscheidung, jede Handlung in diesem Kontext kann nach der Differenz Risiko/Gefahr dichotomisiert werden, und dies auf Grund des in ihr implizierten „Kontingenzfaktors“. Gerade weil Unsicherheit zum geheimen gemeinsamen Nenner und Zukunft zum Bezugspunkt geworden ist, gibt es für die Lösung dieses Konflikts kein übergreifendes Rationalitätskriterium (Hahn:). Führt man sich diese wechselseitige Ausschließlichkeit von Gefahrenstandpunkt und Risikostandpunkt vor Augen, so kann

man sehen, dass hier ein neuer Konflikt entstanden ist, der bei jeder öffentlichen, aber auch privaten Entscheidung aufbrechen kann, sobald Risiko im Spiel ist. Es ist schwer absehbar, nach welchen Metakriterien dieser Antagonismus zu regulieren ist.

Als Ergebnis der Debatte kann man drei wesentliche Erkenntnisse festhalten:

- Erstens, analog zum Entstehen des Wissenskonzepts, das wir oben diskutiert haben, hat die lebhaft akademische Debatte in der Risikoforschung gezeigt, dass es kein objektives oder kontextfreies Risikokonzept gibt. Es gibt keine Risikodefinition, die universell akzeptiert wird und sich grundlegend von einem Alltagskonzept auf Basis des gesunden Menschenverstandes unterscheidet. Stattdessen wird Risiko als soziales Konstrukt betrachtet, welches unterschiedliche Bedeutung hat und nur unter Bezug auf spezifische soziale Kontexte und Zwecke verstanden werden kann (vgl. Tacke 1999).
- Zweitens, hat man gelernt, dass die Risikokommunikation in der modernen Gesellschaft eine neue Struktur des gesellschaftlichen Konflikts erzeugt hat, die möglicherweise sozial und politisch mehr Sprengstoff in sich bergen kann als sämtliche alten Verteilungskämpfe des Wohlfahrtsstaates. Bisher gibt es noch keine allgemeinen Regeln, Verfahren oder Institutionen, die diesen Konflikt regulieren können (Giddens 1998).
- Drittens, und dies ist besonders hervorzuheben, gibt es eine Rückkehr der grundlegenden Unsicherheit in die Gesellschaft – falls sie sich jemals wirklich von ihr verabschiedet hatte – und diejenige Institution, die solche Unsicherheit mitproduziert, ist die Wissenschaft. Gleichzeitig sieht man aber, dass diese Unsicherheit nicht durch besseres oder sicheres Wissen zu beseitigen ist, sondern die Wissenschaft und Politik haben sich auf ein Risikomanagement unter Unsicherheitsbedingungen einzustellen (Miller/Janasoff 1997).

5 Entscheidungsrisiken im Kontext fragilen Wissens

Versucht man einige Schlussfolgerungen aus dem bisher Gesagten zu ziehen, so drängt sich zunächst der zentrale Stellenwert auf, den das Nicht-Wissen in der Risikosemantik einnimmt. Positive oder negative Folgen aus Entscheidungen in Bezug auf Technologien oder ökologische Veränderungen sind mit hohen Unsicherheiten belastet, so dass letztlich nur mehr oder weniger plausible Meinungen

existieren über das, womit man in Zukunft zu rechnen hat. Und dies gilt auch für die Wissenschaft. Gerade weil man unsicher ist, möchte man durch wissenschaftlich erzeugtes Wissen Sicherheit erlangen. Wolfgang Bonß (1995) sieht hier im Anschluss an Max Weber den entscheidenden Bruch mit der klassischen Moderne. Konnte noch Max Weber insoweit an die Überlegenheit der okzidentalen Rationalisierung glauben, da er zum einen ein ungebrochenes Vertrauen in die Machbarkeit und Gestaltbarkeit der modernen Welt besaß, beruhte zum anderen seine Überzeugung darauf, dass mit dem sich entwickelnden Kapitalismus gleichzeitig auch die Wissenschaft zum führenden Orientierungssystem wurde. Wissenschaft, so Weber, bedeutete Entzauberung der Welt unter dem Aspekt der Berechenbarkeit. Universalität wissenschaftlicher Kenntnis heißt nicht, dass alle Entscheidungen in der Moderne auf Grund wissenschaftlichen Wissens getroffen werden, sondern, dass man, wenn man nur wolle, alle Dinge durch Berechnung beherrschen könne. Genau dieser Glaube wird durch die Risikoproblematik unterminiert. Dies geschieht sowohl in sachlicher, als auch sozialer und zeitlicher Hinsicht.

In sachlicher Hinsicht steht Risikowissen unter dem Damoklesschwert der Hypothetizität. Gemeint ist damit, dass das trial- and error-Verfahren, d.h. die sukzessive Anpassung technischer Systeme an situative Erfordernisse in vielen Fällen ersetzt wird durch wissenschaftlich ausgearbeitete Langfristplanung und probabilistische Risikoanalyse, die nur noch hypothetische Annahmen über die Wirklichkeit machen können.

Praktische Erfahrungen und empirische Forschung werden zunehmend durch Modelle, Szenarien, Idealisierungen ersetzt. Empirisches Wissen wird durch subjektive Wahrscheinlichkeitskalküle verdrängt, Schadenspotentiale und Schadenswahrscheinlichkeiten können nicht mehr durch Erfahrungen, durch Versuch und Irrtum ermittelt, sondern müssen gedanklich antizipiert werden, da Tests nicht im ausreichenden Maße durchgeführt, Beobachtungen oder Experimente nicht beliebig wiederholt werden können oder sogar nicht durchgeführt werden dürfen.

Sozial zeigt sich, dass die Wissenschaft ihre Autorität durch den Expertenstreit einbüßt. An den fortgeschrittenen Produkten der Technik macht sich zunehmend ein gesellschaftsrelevantes Syndrom aus Misstrauen und Unsicherheit fest, das politischen Konfliktstoff in sich birgt. Bei jedem neuen Unglücksfall entladen sich die aufgestauten Spannungen und lassen die öffentliche Meinung explodieren. Das technische Risiko ist in den letzten zwanzig Jahren zum Kristallisationspunkt gesellschaftlicher Unsicherheiten und Ängste geworden. Der Fortschrittsglaube

selbst ist an seine Grenze gestoßen und schlägt um in Misstrauen gegenüber den tragenden Institutionen der wissenschaftlich-technischen Welt.

Die Delegitimation der Experten ist nur eine Folge dieser Entwicklung, eine andere zeigt sich im Legitimitätsverlust staatlicher Entscheidungsverfahren. (Saretzki 1997). Mit der Abnahme verlässlichen Wissens auf der Basis eigener Erfahrung zugunsten wissenschaftlich erzeugten, hypothetischen und jederzeit revidierbaren Wissens wird die Glaubwürdigkeit staatlicher Entscheidungen bedroht. Diejenigen, die nach unseren Verfassungsnormen legitimiert sind, im Namen des Allgemeinwohls zu entscheiden, hängen in ihrer Meinungsbildung von Expertengremien ab; diejenigen, die Entscheidungswissen besitzen, sind nicht legitimiert, solche Entscheidungen zu treffen. Ergebnis dieses Prozesses ist der Verlust einer klar geschnittenen Verantwortungsstruktur, der es bei Fehlentscheidungen unmöglich macht, die Verantwortung eindeutig zuzurechnen.

In zeitlicher Hinsicht erzeugt der wissenschaftlich-technische Fortschritt einen Bedarfsüberhang nach Wissen gegenüber der faktischen Wissenserzeugung. In dem Maß, in dem sich die technische Entwicklung beschleunigt und laufend Änderungen verursacht, bedarf jede Entscheidung – bedingt durch die vermehrte Beteiligung unterschiedlicher Instanzen und bedingt durch die Einbeziehung immer weiterer, komplexer Nebenfolgen – zunehmend mehr Zeit.

Während diese Zeit verstreicht, ändern sich die Daten, aufgrund derer überhaupt ein Entscheidungsbedarf entstanden ist. Will man trotzdem zum Abschluss des Entscheidungsprozesses kommen, muss man zum großen Teil diese Daten ignorieren. Die Entscheidung wird auf der Basis fiktiver Tatsachen getroffen. Marquard sieht hierin einen allgemeinen Zug unserer technischen Kultur: die Zunahme des Fiktiven (Marquard 1986). Wo alles im Fluss ist, so Marquard, erzwingt jedes Festhalten an einer Entscheidung die Flucht in die Fiktion. Die Grenze von Realität und Fiktion verschwimmt (Marquard 1986, S. 85-86). Dies führt beim Beobachter zu einem Vertrauensschwund in die öffentlichen Entscheidungssysteme, da er von außen die Fiktion als Fiktion durchschauen und als solche anprangern kann. Eine Perspektive, die dem Entscheider versagt bleibt.

Der Umgang mit Nicht-Wissen wird so zur entscheidenden Variable bei Entscheidungen. Da wir die Zukunft nicht kennen können, ist es um so wichtiger, wie dieses Nicht-Wissen in öffentlichen Entscheidungssystemen prozessiert wird; dass diese Problemlage noch relativ neu ist, erkennt man daran, dass es bisher hierfür noch keine ausgearbeiteten Theorien gibt, geschweige denn sich schon

Verfahren oder Routinen abzeichnen, die diese neuen Unsicherheiten bewältigen können (Luhmann 1992).

Eine Risikotheorie der Moderne muss sich aber diesen Problemen stellen, wie auf Grund basaler Unsicherheit Lernprozesse zu organisieren und Entscheidungen unter Ungewissheit in hoch organisierten Sozialsystemen zu treffen sind. Das dies faktisch schon immer geschieht, zeigt, dass auch die Wissenschaft nur eine Perspektive auf die Risikoproblematik unter vielen ist.

6 Wissenschaft und Nichtwissen

Als Schlussfolgerung kann man eine widersprüchliche Einsicht festhalten. Die wachsende Bedeutung der Wissenschaft und ihre vielfältige gesellschaftliche Anwendung hat dazu geführt, dass sie in entwickelten Gesellschaften ein weitgehendes Monopol auf die Produktion gesellschafts-relevanten Wissens besitzt, das ihr weder durch die Religion, noch durch die Politik und schon gar nicht durch die Alltagserfahrung streitig gemacht werden kann. Sie ist in ihrer Funktion Neues zu erforschen und dadurch den Entscheidungs- und Handlungsspielraum in der Gesellschaft zu erweitern durch nichts ersetzbar. Sofern man gesichertes und akzeptiertes Wissen erhalten möchte, gibt es in der Gesellschaft keine andere Adresse als die des Wissenschaftssystems. Gleichzeitig muss sie dieses Wissens als hypothetisch präsentieren, das in Zukunft auch anders aussehen könnte. Sie erzeugt eine eigene Art der Unsicherheit, indem jedes neue wissenschaftlich gewonnene Wissen auch neue Bereiche des Nichtwissens markiert, ohne das ein Fortschreiten der Wissenschaft nicht möglich wäre.

Gerade die Risikodiskurse in der Gesellschaft zeigen die systematische Beziehung zwischen Wissen und Nichtwissen (Japp 1997). Alles, was wir heute über mögliche ökologische oder technische Gefährdungen wissen, wissen wir nur auf Grund wissenschaftlicher Untersuchungen. Da wir aber auch wissen, wie dieses Wissen produziert wurde, sehen wir auch das damit verbundene Nichtwissen, sehen die Ausblendungen und die Vorläufigkeit dieses Wissens. Die Wissenschaft hat gerade auf Grund dieses Mechanismus insofern ihre Legitimation verloren als sie nicht mehr als Vertreterin des gesellschaftlichen Fortschritts oder als Sprecherin der Vernunft auftreten kann. Sie ist nicht die Instanz, bei der man das Richtige oder Wahre einfordern kann. Der zentrale Punkt dürfte sein, dass die Kontingenzen des wissenschaftlich gewonnenen Wissens bewusst geworden ist und in der Gesellschaft als Nichtwissen kommuniziert wird.

Mit der Auflösung der Fiktion, dass die Wissenschaft sicheres Wissen produziert, droht ein Verlust an Glaubwürdigkeit und Autorität in der Öffentlichkeit. Das durchaus Neue der gegenwärtigen Situation kann man darin sehen, dass die Kritik an der Wissenschaft nicht von außen als Moral, Religion oder Ideologiekritik daher kommt, sondern als Wissenschaft formuliert wird. Die Wissenschaft spricht über sich selbst wie über etwas Drittes (Luhmann). Und dieses Wissen wird wieder in Entscheidungen eingespeist als Wissen über Bedingungen, Kontexte und Folgen des Handelns, das auch hätte anders ausfallen können. Genau aus diesem Grunde wird man durch mehr Forschung nicht mehr Sicherheit erwarten können, sondern mehr Unsicherheit, da der Alternativenreichtum des Entscheidens reflexiv gesteigert wird.

Hinzu kommt, dass der nachgefragte Wissensbedarf nicht mehr allein in Richtung technisch zu realisierender Zwecke liegt, sondern auf dem Gebiet der unerwünschten Nebenfolgen. Damit wird die Zukunft zu einem entscheidenden Parameter des Wissens. Offensichtlich besteht eine direkte Beziehung zwischen den vorhergesehenen und den nichtvorhergesehenen Folgen des Handelns. Je weiter sich der Zeithorizont des Entscheiders in die Zukunft hinauschiebt, desto wahrscheinlicher nehmen die unvorhergesehenen Folgen zu. Sachlich und sozial nimmt damit die Bedeutung des Nichtwissens für die Handelnden zu. Der Anteil des Handelns, von dem nur noch im Modus des Wahrscheinlichen bzw. Unwahrscheinlichen gewusst werden kann, wächst, und die Entscheidung selbst enthält als Basis eine nur fiktiv gesicherte Realität.

Eine Reflexion auf diese Sachverhalte muss nicht auf Relativismus oder Beliebigkeit des Wissens hinauslaufen, sie macht aber bewusst, in welchem Maß die Wissenschaft selbst riskant geworden ist, indem sie zunehmend zum Lieferanten politischer Probleme wird, und wie Wissenschaft dadurch zu immer komplexeren Konstruktionen getrieben wird. Und dies in einer Gesellschaft, die gar nicht anders kann, als sich Risiken zu leisten.

Das Entscheidende einer Wissenspolitik in der Wissensgesellschaft ist darin zu sehen, dass trotz aller Unsicherheit der Wissensproduktion die Wissenschaft der einzig legitime Weg ist, Wissen in der modernen Gesellschaft zu erzeugen. Nicht die Verkündung gesicherten Wissens ist ihre Aufgabe, sondern Management von Unsicherheit. Kern dieser Sichtweise ist die Kommunikation über die Unsicherheit und die Revidierbarkeit der eigenen Wissensproduktion im Austausch mit Öffentlichkeit und Politik.

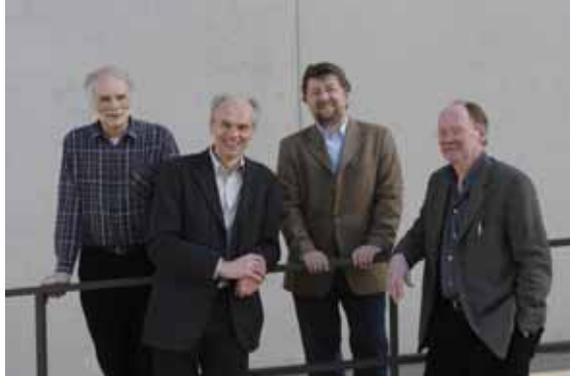
Literatur

- Adams, J. (1995): Risk. London.
- Banse, G.; Bechmann, G. (1998): Interdisziplinäre Risikoforschung – eine Bibliographie. Opladen.
- Baumann, Z. (1992a): Moderne und Ambivalenz. Das Ende der Eindeutigkeit. Hamburg.
- Baumann, Z. (1992b): The solution as problem – Ulrich Beck's Risk Society. In: Times Higher supplement, Nov. 13, p. 25.
- Bechmann, G.; Gloede, F. (1992): Erkennen und Anerkennungen: Über die Grenzen der Idee der „Frühwarnung“. In: Petermann, Th. (Hrsg.): Technikfolgenabschätzung als Technikforschung und Politikberatung. Frankfurt am Main/New York, S. 121-150.
- Bechmann, G. (1994): Frühwarnung – die Achillesferse von Technikfolgenabschätzung (TA)? In: Grunwald, H.; Sax, H. (Hrsg.): Technikbeurteilung in der Raumfahrt. Anforderungen, Methoden, Wirkungen. Berlin, S. 88-100.
- Bechmann, G.; Coenen, R.; Gloede, F. (1994): Umweltpolitische Prioritätensetzung. Verständigungsprozesse zwischen Wissenschaft, Politik und Gesellschaft. Stuttgart.
- Bechmann, G.; Frederichs, G. (1998): Umweltforschung zwischen Erkenntnis und Organisation. In: Daschkeit, A.; Schröder, W. (Hrsg.): Umweltforschung quergedacht – Perspektiven integrativer Umweltforschung und -lehre. Berlin/Heidelberg u.a., S. 7-29.
- Beck, U. (1993): Die Erfindung des Politischen. Frankfurt am Main.
- Beck, U. (1994): Risikogesellschaft und Vorsorgestaat. Zwischenbilanz einer Diskussion. Vorwort zu: Ewald, F.: Der Vorsorgestaat. Frankfurt am Main, S. 535-558.
- Beck, U. (1998): Die Politik der Technik – Weltrisikogesellschaft und ökologische Krise. In: Rammert, W. (Hrsg.): Technik und Sozialtheorie. Frankfurt am Main/New York, S. 261-292.
- Binswanger, H. C. (1990): Neue Dimensionen des Risikos. In: Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht, Jg. 13, H. 2, S. 103-118.
- Bonß, W. (1995): Vom Risiko – Unsicherheit und Ungewißheit in der Moderne. Hamburg.
- Burton-Jones, A. (1999): Knowledge Capitalism. Business, Work, and Learning in the New Economy. Oxford.

- Castells, M. (1996): *The Information Age: Economy, Society and Culture*. Volume I: *The Rise of the Network Society*. Oxford.
- Dizard, W. P. J. (1982): *The Coming Information Age. An Overview of Technology, Economics, and Politics*. New York.
- Fermers, S.; Jungermann, H. (1992): Risikoindikatoren (I): Eine Systematisierung und Diskussion von Risikomaßen. In: *Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht*, Jg. 15, S. 59-84.
- Giddens, A. (1998): Risk Society. The Context of British Politics. In: Franklin, J. (ed.): *The Politics of Risk Society*. London, pp. 54-66.
- Grunwald, A. (1999): Transdisziplinäre Umweltforschung. Methodische Probleme der Qualitätssicherung. In: *TA-Datenbank-Nachrichten*, Jg. 8, H. 3/4, S. 32-38.
- Hahn, A. (1998): Risiko und Gefahr. In: v. Graevenitz, G.; Marquard, O. (Hrsg.) *Kontingenz*. Münschen, S.49-54.
- Holton, G. (1993): *Science and Anti-Science*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Janasoff, S.; Wynne, B. (1998): Science and Decisionmaking. In: Rayner, St., Malone, E. L. (eds.): *Humane Choice & Climate Change, Volume 1. The Societal Framework*. Ohio, pp. 1-87.
- Japp, K. P. (1997): Die Beobachtung von Nichtwissen. In: *Soziale Systeme*, Jg. 3, S. 289-312.
- Kaufmann, F.-X. (1992): *Der Ruf nach Verantwortung. Risiko und Ethik in einer unüberschaubaren Welt*. Freiburg/Basel/Wien.
- Krücken, G. (1997): *Risikotransformation – Die politische Regulierung technisch-ökologischer Gefahren in der Risikogesellschaft*. Opladen.
- Kuhbier, P. (1986): Vom nahezu sicheren Eintreten eines fast unmöglichen Ereignisses – oder warum wir Kernkraftwerksunfällen auch trotz ihrer geringen Wahrscheinlichkeit kaum entgehen werden. In: *Leviathan*, Jg. 24, S. 606-614.
- La Porte, T. R. (1982): On the Design and Management of Nearly Error Free Organizational Control System. In: Sills, D. S.; Wolf, C. P.; Shelunski, V. P. (eds.): *Accident at three Mile Island. The Human Dimension*. Boulder, pp. 185-200.
- Lau, Ch. (1989): Risikodiskurse: Gesellschaftliche Auseinandersetzungen um die Definition von Risiken. In: *Soziale Welt*, Jg. 40, S. 418-436.
- Lübbe, H. (1993): Sicherheit, Risikowahrnehmung im Zivilisationsprozeß. In: *Bayerischer RÜCK (Hrsg.): Risiko ist ein Konstrukt*. München, S. 23-47.

- Luhmann, N. (1991): *Soziologie des Risikos*. Berlin/New York.
- Luhmann, N. (1992): *Ökologie des Nichtwissens*. In: ders.: *Beobachtungen der Moderne*. Opladen.
- Luhmann, N. (1996): *Gefahr und Risiko, Solidarität oder Konflikt*. In: Königswieser, R.; Haller, M.; Maas, P.; Jarmai, A. (Hrsg.): *Risiko-Dialoge – Zukunft ohne Harmonieformel*. Köln, S. 38-46.
- Lyotard, J.-F. (1986): *Das postmoderne Wissen. Ein Bericht*. Graz.
- Mannheim, K. (1929): *Ideologie und Utopia*. Bonn.
- Marquard, O. (1986): *Zeitalter der Weltfremdheit? Beitrag zur Analyse der Gegenwart*. In: Marquard, O: *Apologie des Zufälligen*. Stuttgart, S. 76-97.
- Miller, C.; Janasoff, S. et al. (1997): *Shaping Knowledge, Defining Uncertainty: The Dynamic Role of Assessments*. In: *Global Environmental Assessment Project (eds.): A Critical Evaluation of Global Environmental Assessments: The Climate Experience*. Calverton, MD, pp. 233-298.
- Mittelstraß, J. (1998): *Interdisziplinarität oder Transdisziplinarität?* In: Ders. (Hrsg.): *Die Häuser des Wissens*. Frankfurt am Main, S. 29-48.
- Nassehi, A. (1997): *Risiko – Zeit – Gesellschaft. Gefahren und Risiken der anderen Moderne*. In: Hijikata, T.; Nassehi, A. (Hrsg.): *Riskante Strategien*. Opladen, S. 37-64.
- Nowotny, H. (1999): *Es ist so. Es könnte auch anders sein*. Frankfurt am Main.
- O'Riordan, T. (1996): *Die globale Umweltdebatte*. In: ders. (Hrsg.): *Umweltwissenschaften und Umweltmanagement*. Berlin/Heidelberg u.a., S. 29-54.
- Perrow, Ch. (1986): *Lernen wir etwas aus den jüngsten Katastrophen?* In: *Soziale Welt*, Jg. 37, S. 390-401.
- Rapoport, A. (1988): *Risiko und Sicherheit*. In: *Leviathan* 16, S. 123-136.
- Rheinberger, H.-J. (1996): *Jenseits von Natur und Kultur. Anmerkungen zur Medizin im Zeitalter der Molekularbiologie*. In: Borck, C. (Hrsg.): *Anatomien medizinischen Wissens. Medizin. Macht. Moleküle*. Frankfurt am Main, S. 287-306.
- Saretzki, T. (1997): *Demokratisierung von Expertise. Zur politischen Dynamik der Wissensgesellschaft*. In: Klein, A.; Schmalz-Bruns, R. (Hrsg.): *Politische Beteiligung und Bürgerengagement in Deutschland. Möglichkeiten und Grenzen*. Bonn, S. 277-313.
- Stefnik, M. (1999): *The Internet Edge. Social, Technical, and Legal Challenges for a Networked World*. Cambridge.

- Stehr, N. (1994): Arbeit, Eigentum und Wissen: Zur Theorie von Wissensgesellschaften. Frankfurt am Main.
- Stehr, N. (2000): Die Zerbrechlichkeit moderner Gesellschaft: Die Stagnation der Macht und die Chancen des Individuums in der Wissensgesellschaft. Frankfurt am Main.
- Stehr, N. (2001): Wissen und Wirtschaften. Die gesellschaftlichen Grundlagen der modernen Ökonomie. Frankfurt am Main.
- Tacke, V. (1999): Das Risiko der Unsicherheitsabsorption. Ein Vergleich konstruktivistischer Beobachtungsweisen des BSE-Risikos. In: Zeitschrift für Soziologie, Jg. 29, S. 83-102.
- Van den Daele, W. (1992): Concepts of nature in modern societies and nature as a theme in sociology. In: M. Dierkes; Biervert, B. (Hg.): European Social Science in Transition. Assessment and Outlook. Frankfurt am Main, S. 526-560.
- Weinberg, A. M. (1972): Science and Trans-Science. In: Minerva, Jg. 10, pp. 209-222.



Michael Rader,
Ulrich Riehm,
Arnd Weber,
Knud Böhle (ITAS)

Das Thema „Zahlungsverkehr im Internet und elektronisches Geld“ wird seit 1997 in ITAS bearbeitet. Es begann mit dem Projekt „Elektronische Zahlungssysteme für digitale Produkte und Dienstleistungen im Internet“ (PEZ) für das Forschungsministerium und fand seine Fortsetzung in einem Projekt des European Science and Technology Observatory für das Europäische Parlament mit dem Titel „European Monetary Union and Information Society: Key Questions About the Opportunity to Combine the Introduction of the Euro with New Electronic Payment Technology Options“. Schließlich wirkte ITAS am „electronic Payment Systems Observatory“ (ePSO) mit, einem vom Institute for Prospective Technological Studies geleiteten und von der EU geförderten Projekt, das so erfolgreich war, dass es nach der Aufbauphase von der Europäischen Zentralbank übernommen und weitergeführt wurde.

Waren es in den ITAS-Projekten zum elektronischen Publizieren die „Fachwelten“, die die spezifische Einführung neuer Technologien prägen, sind es hier die nationalen „Zahlungskulturen“. Methodisch wurde erneut das kontrollierte Experiment in Form der praktischen Evaluation von „Bezahlsoftware“ (E-Geld) umgesetzt. Neu hinzugekommen ist ein Element dialogorientierter TA, insofern versucht wurde mit internetbasierten Kommunikationsmitteln einen „informierten Dialog“ mit den beteiligten Akteuren und der interessierten Öffentlichkeit durchzuführen. In neuerer Zeit wurde mit diesem dialogorientierten Ansatz erfolgreich das EU-Projekt INDICARE (The INformed Dialogue about Consumer Acceptability of DRM Solutions in Europea) akquiriert. Der vorliegende Beitrag reflektiert generell den „Impact“ dieser und anderer TA-Studien zum Thema „Elektronisches Geld“.

Technology Assessment and Electronic Money – Between consultancy and oversight

Knud Böhle, Michael Rader, Ulrich Riehm, Arnd Weber

Zuerst erschienen in: Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse; VDI/VDE-Technologiezentrum Informationstechnik (Hrsg.): Innovations for an e-Society. Challenges for Technology Assessment. Teltow: VDI/VDE 2001

Six technology assessment (TA) projects dealing with the payment innovation “electronic money” carried out between 1996 and 1999 in Austria, Germany, the United States and for the European Parliament are compared leading to recommendations for future projects in the field characterised by rapidly changing technological innovation.

Introduction

In the following we look at six TA projects about “electronic money” carried out between 1996 and 1999 (Table 1 provides a formal overview of these projects). The aim is to learn from these experiences for future TA projects. We are interested to find out about the type of TA applied, how these projects cope with the rapid technological change in the field, and how the cultural and regional contexts influenced the analysis. We close this essay with suggestions to be considered in future projects. The basis of our analysis are the project publications and communications with researchers and clients involved in these studies (see acknowledgements). We would like to thank them for their support. Before we get to the projects we will define the essence of the innovation called “e-money” and outline technical developments along with the concerns (risks and opportunities) it created.

Table 1: Formal description of e-money studies

Abbreviation	STOA (EU)	ITA (USA)	ITAS (Germany)	BSI/ISI (Germany)	IPTS/ESTO (EU)	Austrian Academy of Sciences (Austria)
Title	Technological innovation and money	Digital money: Industry and public policy issues	Technology assessment of Internet payment systems for digital products and services	Electronic payment transactions - Consequences of absent or insufficient IT-security	European Monetary Union and Information Society. About the opportunity to combine Euro with new payment technology	The future of money in Europe: Monetary policies for the information society
Client/funding	Scientific and Technological Options Assessment Program (STOA) of European Parliament	Directed at Congress (but not client/self-funded)	German Ministry of Education and Research	TA unit of BSI (German governmental Information Security Agency)	Committee on Economic and Monetary Affairs and Industrial Policy of the European Parliament/ESTO funding	„jubilee fond“ of Austrian National Bank
Contractor	University Girona (UDG), Spain	Institute of Technology Assessment (ITA), Washington	Institute for Technology Assessment and Systems Analysis (ITAS), Karlsruhe	Fraunhofer-Institute for Systems and Innovation Research (ISI), Karlsruhe	Institute for Prospective Technological Studies (IPTS), Seville + European Science and Technology Observatory (ESTO)	Austrian Academy of Sciences (2 institutes)
No. of staff involved	5 (interdisciplinary)	2 (lawyer/analyst)	2 (social scientists)	5 (interdisciplinary)	16 persons working in ESTO member organisations	6 (inter-disciplinary)
Duration	Sept. 1996 - Febr. 1997	Sept. 1996 - Febr. 1997	Jan. 1997 - Dec. 1998	Jan. 1997 - Febr. 1998	Oct. 1998 - Sept. 1999	Jan. 1998 - Jul. 1999
Methods	- Desk research - Expert Interviews - Round tables	- Desk research - Workshop	- Desk research - Expert Interviews - Electronic discussion Forum + Electronic newsletter	- Desk research - Three „discourse“ events (workshops)	- Desk research - International Expert survey - Expert Interviews in different countries by ESTO partners	- Desk research - Computer simulation
Main publication	Valls et al. 1997	Bonorris 1997	Böhle and Riehm 1998	BSI 1998	Papamelelou 1999, Böhle, Rader, Riehm (Eds.) 1999	Hanappi et al. 1999

E-money: innovation and concerns

The innovation called “electronic money” is first of all determined *ex negativo* as different from “access products”, i.e. different from those payment instruments permitting the electronic transfer of money from one account to another (mainly direct debits, credit card payments, credit transfers). Expressed positively, paying with e-money does not necessarily require a current account; while paying, no online-authorisation is required; payments can in principle be made without keeping records of all transactions, and even anonymous payment instruments can be designed. To the extent that e-money can be used for payments on open networks it is also suitable for e-commerce and remote payments. In technical terms, advances in cryptography and smartcard technology have enabled this new type of payment instrument. In terms of business considerations cost savings were expected by replacing cash and by reducing communication costs (no online authorisation); float earnings were expected, because usually (not necessarily) e-money has first to be loaded against cash or funds from a current account at the same time providing the issuer with an interest free credit. Consequently the final payment claim of third parties (e.g. merchants) is directed towards the issuer. In this perspective e-money seems to be an interesting although not breathtaking innovation for retail payments (for a discussion of e-money definitions see Böhle and Riehm 1998, p. 142ff). A short historical sketch helps to explain the excitement about e-money and why TA studies were required at a given stage of development.

In the late seventies and eighties *non-banks* started issuing prepaid single purpose stored value cards (of the telephone card type) and prepared the grounds for e-money for use as a more general prepaid payment instrument (often called e-purse) to pay third parties (see Kubicek and Klein 1995). These developments revived the vision of a *cashless society* that stemmed from the early days of electronic funds transfer systems. Expectations that cash replacement would take place rapidly with the advent of e-purses were not so seldom in those days, to quote just a statement given at CeBit '98 that e-money would “wipe out cash in Europe” (see Craig 1998). As old as the vision of e-money as cash replacement – criticised convincingly by Goldfinger (1999) –, is the fear that electronic payment systems can be abused for surveillance purposes. Anecdotal evidence is provided in Foy (1975) that security experts when asked to invent a not-too-obtrusive control mechanism proposed precisely electronic funds transfer systems. E-purses increased this fear in so far as now even small payments were exposed to the danger to be recorded

and analysed to produce precise behavioural profiles (*big brother*). At this stage however the major concern was probably the fact that *non-banks* had started issuing e-money (e.g. Danmønt in Denmark) and that the banking sector and monetary authorities felt a need to figure out the appropriate type of regulatory or legal action and the consequences e-money might have on monetary policy and the monetary system at large. The European Monetary Institute proposed restricting the issuance of e-money to banks (EMI 1994). This position was not shared by all central banks and criticised from outside (e.g. Grigg 1996). The debate on *regulation and innovation* has not stopped since then (cf. Krüger 2001). In other words, the e-money debate is also about the *liberalisation of the financial service industries*. Last not least e-money raised concerns of *technical security and crime*. Especially the Mondex electronic purse issued by the NatWest bank and piloted in Swindon 1995, fuelled the debate about security as it enabled purse to purse transactions and appeared to have most properties of genuine circulating electronic cash.

These debates extended and gained considerable heat when the Internet turned out to be suitable not only for communication but also for online transactions including payments. The aforementioned concerns became worries, portraying the danger of *privately issued* e-money in *offshore havens* flowing *anonymously across borders* and not subject to any regulation or control. A catalyst for this out-of-control-scenario was to a great extent the eCash scheme (developed by the DigiCash company), piloted in 1994. The new technology is also thought to leverage old visions to change the incumbent banking system, for example by *free banking* (cf. Matonis 1995 along the lines of F. A. Hayek), or by visions of *green money* (cf. Rheingold 1997 with reference to Lietaer). The banking sector reacted by aiming to keep control at the regulatory level (cf. BIS 1996a, BIS 1996b; ECB 1998) and in practice by adding security to the card payment schemes for internet payments. Some banks also started to incorporate the schemes of the newcomers. At a pragmatic level the question of whether *new payment systems are required to make e-commerce happen* is posed and more specifically the question of the role that e-money can play.

The *European Monetary Union (EMU) and the introduction of the Euro* added a dimension of e-money related concerns. In this context, three questions are central: first, in how far e-money can help to introduce the new currency and strengthen the EMU (e.g. the idea of a “smart Euro” in existence since 1990; see Kommission der Europäischen Gemeinschaft 1990). Second the falling national

borders automatically create problems of interoperability within the new payment area including e-money schemes, and, third, from the perspective of a common market, competition in the financial sector hopefully leading to more efficient payment systems is a major concern of European policies. It is at this stage and against this complex background that TA projects on e-money are launched. These will next be described briefly.

Sketch of the projects

STOA project

The 1996 work plan of STOA, the Scientific and Technological Options Assessment Program of the European Parliament, included a project about “Technological Innovation and Money”, and a research team of the University of Girona was selected after a restricted call for tenders. Originally, the project had been proposed to the STOA panel by the Committee on Economic, Monetary and Industrial Policy Affairs, and in particular by its Monetary Affairs Subcommittee. At that time there was a debate on the cashless society, which was encouraged by MEP John Stevens. One of the key issues for Mr. Stevens was a discussion of the advantages that a quick diffusion of e-money systems (in particular e-purses) could have in pushing the Euro introduction/diffusion process. The main goal of the project was to analyse the challenges posed by electronic money for regulators and policy makers, and in particular the opportunities created by two simultaneous processes: The Economic and Monetary Union and the increasing use of electronic money and new payment systems. The authors stress legal regulation of e-money issuers and standardisation, harmonisation, and interoperability efforts by policy makers and point at the risks of uncontrolled creation of money, tax evasion, and problems of cash supply. In short, they envisage multiple tasks for European policy makers and regulators.

ITA project

In 1995 OTA, the Congressional Office of Technology Assessment, completed a project on *Information Technology for Control of Money Laundering*. During the course of that study awareness was created of the potential threat of money launderers using the then just emerging technology of digital money or e-cash. OTA indicated interest in a further study of digital money, but was closed before it could be approved. A private research institute ITA (Institute for Technology As-

assessment) was founded by former OTA staff and carried out the project on digital money without client. Like OTA work, the study depended heavily on an initial workshop with stakeholders and constant outreach and consultation from experts in government, industry, and academia. However, there was a general lack of public interest in and information about the potential (good and bad) of digital money. Major concerns stressed by ITA were money laundering, tax evasion, and offshore issuing of e-money. ITA recommended monitoring developments to be able to put law enforcement against criminal practices in place, when needed; but no regulation of e-money-issuers was demanded. Other recommendations were to beware sub-optimal standards and to avoid being forced to adopt European standards.

ITAS Project

Based on a suggestion from the TA department of the Germany Federal Ministry of Education and Research, an analysis of the current state and foreseeable trends in the field of electronic payment systems in the context of e-commerce was performed by the Institute for Technology Assessment and Systems Analysis (ITAS) of Karlsruhe Research Centre. Funding started at the beginning of 1997. Apart from desk research, empirical research consisting of a series of 37 interviews with the most relevant groups (technology providers, merchants, consumers, trade unions, financial services industry, regulators, scientists and consultants) was carried out. An important additional methodological feature of the project was the production of a widely circulated electronic newsletter (two issues per month) and the setting up of an e-mail based discussion list. In some cases, this served to draw attention to positions which might otherwise have been ignored in the discourse process on electronic payment systems. The discussion list continued its existence beyond the end of the project up to the present with now more than 1,000 subscribers. Starting from the assumption that a lack of suitable payment systems was a barrier to the spread of e-commerce, a genuine lack of new payment systems was identified only for the segment of small-value and micro-payments. Among the study's recommendations were further research into the needs of consumers and a shift of attention of policy-makers from payment schemes to payment systems infrastructure.

BSI/ISI Project

In the light of ongoing public debate about electronic money, the department of BSI (German Governmental Information Security Agency) concerned with technology assessment launched a call for tenders in 1996. In January 1997 the Fraun-

hofer Institute for Systems and Innovation Research (ISI) was commissioned to carry out a study focusing on the consequences of insufficient IT-security of electronic payment systems. Security was understood in a broad sense including technical, organizational, legal, and social aspects. In addition further TA related questions were treated, such as control of money supply, money laundering, regulation or media-competencies of payment system users. A range of external experts, representatives of the financial industries, and also consumers participated in a series of workshops in accordance with the “discourse-orientation” of the commissioning BSI unit. The study asks for political action (especially to build trust and to create media-competency) to leverage the potential of electronic payment systems and at the same time to regulate them appropriately. The study also opened the debate about e-money and presented alternative options, especially with respect to the regulation of e-money issuers.

IPTS/ESTO Project

1998 in the context of the upcoming introduction of the Euro, with the idea of a smart Euro still pending, and a legal regulation of e-money issuers in preparation, a committee of the European Parliament requested a study on electronic money to be undertaken by IPTS, the Institute for Prospective Technological Studies of the European Union’s Joint Research Centre in Seville. Apart from the focus on the European Monetary Union expectations that electronic commerce would need electronic currency to flourish were of interest at that time. The Parliament therefore asked, among other questions, whether e-commerce needed a widespread payment system, and how issuers of electronic money should be regulated. IPTS enlisted the support of ESTO, the European Science & Technology Observatory, a network of research organisations in the member countries. ESTO focused on country reports, with the objective of analysing national settings, IPTS carried out an expert mail survey with more than 80 experts responding. The studies found that for e-commerce, the traditional national payment instruments are usually dominant. It was also pointed out that a right of cancellation is of particular importance to encourage the take-up of on-line orders. Regarding e-money regulation, permitting non-banks to issue e-money was expected to favour innovation. The findings were discussed at a workshop in 1999. The study created a demand by the European Parliament to be informed continuously about the subject and had the effect that European Parliament and Commission agreed to support an

“electronic Payment Systems Observatory” to conduct empirical and analytical work, which is now up and running (<http://epso.jrc.es>).

Austrian Academy of Science Project

This project is in some ways different from the others sketched above. Researchers from the Austrian Academy of Sciences (Österreichische Akademie der Wissenschaften) had e-money in mind as a project since 1996, but it took until 1998 to raise funds (Jubiläumsfonds der Österreichischen Nationalbank). Although the study had no direct client and was not directly related to the political decision making process, its interdisciplinary approach and its scope covering the technical, social and legal dimensions of e-money made it comparable with the other TA studies. The project started in 1998 and was finished in mid-1999. The diagnosis identifies a demand to adapt Austrian legal regulations to developments in the European Union. Requirements for e-money systems are put forward, such as anonymity, mobility, or independence of accounts. The impact of this study on public debate has to be regarded as limited as the book publication planned did not materialise.

Results of the comparison

Location on the TA continuum

So-called “expert TA” compiles expert opinions on technology-related issues with results intended for use by political decision-makers. The classic TA concept has frequently been subjected to criticism and modified in response (cf. Meyer 1999). There have been demands to address the findings of technology assessment studies to broader audiences, and it has also frequently been argued that to be useful, technology assessment could play a major role in organising a dialogue or a discourse on technology, its application and impacts, involving all stakeholders and other parties concerned.

The studies examined here, include three examples of “classic TA” in as much as they were commissioned by parliament (STOA, IPTS) or intended for parliament (ITA). The two studies (ITAS, BSI/ISI) carried out on behalf of governmental bodies (Ministry, Information Security Agency) addressed a wider audience either by commercial publication of their report (BSI/ISI) or by making the deliverables available free on a project web-site (ITAS). These projects also contained discourse elements, the BSI/ISI project by explicitly organising so called “dis-

course-events” and the ITAS project by the establishment of an electronic discussion list (EZI-L). The ITAS approach was later adopted at the European level in the ePSO project.

Decision-making process and the timeliness of the studies

The most obvious political decision to be taken in those years was if and how e-money issuers should be regulated. In Germany for example the “Kreditwesengesetz” (defining banking businesses) was about to be amended and the European Commission had prepared a proposal for a Directive on Electronic Money Institutes, envisaged as lightweight and specialised type of credit institution. Legislation was influenced by the expert opinion of the monetary authorities, but was not explicitly the subject of technology assessment – although regulation of e-money is dealt with in all studies examined. But it is one topic among others and not linked with concrete legislation. To this extent, these projects were released from the pressure of providing timely support for decision making. While it is obviously desirable for political decision-makers to attempt to regulate important technological developments before their widespread application, the question of how TA can support such “pro-active” legislation is unresolved. Be that as it may, one has to keep in mind that e-money was (and still is) at an early state of development and therefore there is a need for exploratory and future oriented studies, and maybe also for the organisation of awareness and dialogue. The major challenge for this type of studies may not be “timeliness”, but how to cope with rapid technological change and permanent restructuring of the fields and blurring borders. One element of the answer to this challenge was given by the ITAS project: The organisation of permanent open fora for structured discussion and exchange of opinions among participants of different fields – enabled by electronic communication means.

Cultural and regional context

It is obvious that the demand for an assessment of e-money was less urgent in the United States, given that the phenomenon was considerably less developed than in Europe (the first trials of e-purses, Olympic games in Atlanta, and Mondex/VisaCash pilot in Manhattan, had just started) and the official policy of the Federal Reserve (cf. Greenspan 1997) was definitely not to hamper innovation by regulation. In Germany, taken here as an example of a nation state, banking oversight and legislation took their own initiative to strengthen the position of banks

as the single legitimate issuers of e-money, while the demand for TA studies is derived from the new phenomenon “e-commerce” and its need for adequate payment instruments. Although the BSI study is more focused on security issues its general orientation is towards e-commerce. The European Commission and the European Parliament undoubtedly have the most acute political interest in TA given the tasks ahead (already mentioned above). The political dimension is correspondingly rather pronounced in the studies commissioned. Given the complexity of problems one must however argue that the STOA project as well as the IPTS/ESTO project were too small to have a noticeable political impact or were not sufficiently focused.

Lessons

Most of the findings of the studies reviewed are still of interest since the basic concerns have not changed in the last three years or so: regulation is still a topic, interoperability needs as well, and also crime prevention, law enforcement, and security. The concern however that e-money will have significant effect on monetary policies and the monetary system seems to have disappeared. One might think that due to the low use of bank-issued e-money cards, e-money will also be of low significance in the future. It must be noted, however, that both banks and non-banks keep deploying such schemes for vending machines, and in particular for public transport. It must also be noted that the mobile telecom companies have had success with prepaid schemes for telephony. There is a possibility that such schemes will be extended to things like parking, and also to purchases of digital goods. Thus, the subject of analysis is by no means dead. Asked what additional issues would have to be dealt with if the TA project started today, the researchers pointed at the need to consider more types of stakeholder, include new technological and organisational developments, and to pay more attention to the international aspect. The lesson can be resumed in one sentence: keep pace with technological developments, don't stop at the surface of products and brands, have a look at the underlying infrastructure, keep pace with the expanding financial service industry, think internationally and don't forget the users, meaning the consumers and merchants.

Benefits of TA

The main types of organisation concerned with analysing electronic payments are consultants and banking authorities. While consultants tend to see their task as making recommendations on the optimum use of technology within applications, banking organisations tend to focus on the implications that an innovation such as electronic money may have for the established order, in particular on threats it might pose. Technology assessment studies have usually proved sufficiently sensitive in their analysis to focus on societal issues related to technological innovation and have helped to demystify technology and to take away the hype.

Suggestions

- If TA projects are to directly support the political decision-making process they have to be very specific (e.g. “smartEuro”, “EMI-directive”) and at the same time be provided with sufficient resources to ensure a professional level in complicated matters. In some cases participation in industrial initiatives (e.g. open industry groups, standardisation bodies) will be required to meet this objective.
- The rapid technological change and the blurring borders between sectors can be coped with partly by electronic means of communication used to raise awareness and to enable structured discussion. This includes communication cross borders as well as across political or administrative departments in a single building, and it includes international communication between researchers.
- TA should have a clear sense of the timing of technological developments, distinguishing between short term problems and the long-term structural changes of society. It can be helpful to link the investigation of rapidly changing technical innovation (like e-money) to the relatively time-consuming change of sectors and branches (like the financial service industries). Empirical research might be especially helpful with regard to short term problems, while technology foresight and scenario techniques can improve long term analysis.

Acknowledgements

The following persons supported us kindly by personal communications: Jaume Valls, Anna Arbussá (both University of Girona, Spain), Vary Coates (Institute for Technology Assessment, Washington), Frank Schlie-Roosen, Thomas Roth (German Ministry of Research), Pia Karger (BSI), Peter Zoche (ISI), Demosthenes Papameletiou (IPTS, Seville), Peter Troberg (European Commission), Alman Metten (MEP), Hardy Hanappi, (TU-Vienna), Walter Peissl (Institute of Technology Assessment of the Austrian Academy of Sciences). Affiliations are those of the time when the projects took place.

Bibliography

- BIS (Bank for International Settlements) 1996a: Implications for Central Banks of the Development of Electronic Money. Basle: 1996
- BIS (Bank for International Settlements) 1996b: Security of electronic money. Basle: 1996
- Böhle, Knud; Riehm, Ulrich 1998: Blütenträume – Über Zahlungssysteminnovationen und Internet-Handel in Deutschland. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe 1998 (Wissenschaftliche Berichte FZKA 6161, <http://www.itas.fzk.de/deu/Itaslit/bori98a.pdf>)
- Böhle, Knud; Rader, Michael; Riehm, Ulrich (Eds.) 1999: Electronic Payment Systems in European Countries. Country Synthesis Report. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe 1999 (<http://www.jrc.es/pages/projects/docs/Final-EPS-Vol.1.pdf>)
- Bonorris, Steven 1997: Digital money. Industry and public policy issues. Washington D.C.: ITA 1997
- BSI (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik) 1998: Elektronischer Zahlungsverkehr – Folgen fehlender oder unzureichender IT-Sicherheit. Ingelheim: SecuMedia 1998 (Erarbeitet. vom Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI))
- Craig, A. 1998: E-Money expected to wipe out cash in Europe. In: TechWeb. Technology News. 23. 3. 1998
- ECB (European Central Bank) 1998: Report on Electronic Money. Frankfurt/M.: 1998

- EMI (European Monetary Institute) 1994: Report to the Council of the European Monetary Institute on Prepaid Cards, by the Working Group on EU Payment Systems. Frankfurt/M.: 1994
- Foy, Nancy 1975: EFT: customer privacy or bank security? *The Bankers' Magazine*, Dec. 1975, p. 7-9
- Goldfinger, Charles 1999: Economics of financial applications of the smart card: a summary overview. Brussels: 1999 (<http://www.ispo.cec.be/fiwg/fasc.htm>)
- Greenspan, Alan 1997: Fostering financial innovation: the role of government. In: Dorn, J.A. (Eds.): *The future of money in the information age*. Washington D.C.: Cato 1997, p. 45-50
- Grigg, Ian 1996: Critique on the 1994 EU report on prepaid cards. 1996 (http://www.systemics.com/docs/papers/1994_critique.html)
- Hanappi et al. 1999: Hanappi, H.; Jaburek, W.; Sint, P.-P.; Hanappi-Egger, E.; Peissl, W.; Katsikides, S.: *Die Zukunft des Geldes in Europa: Geldpolitik in der Informationsgesellschaft*. Wien: TU Wien 1999
- Kommission der Europäischen Gemeinschaften 1990: *Diskussionspapier Zahlungsverkehr im Binnenmarkt*. Brüssel: 26.9.1990
- Krüger, Malte 2001: *Innovation and Regulation – The Case of E-Money Regulation in the EU*. Seville: Electronic Payment Systems Observatory (ePSO) 2001 (Background Paper No. 5, <http://epso.jrc.es>)
- Kubicek, Herbert; Klein, Stephan 1995: *Wertkarten im Zahlungsverkehr: Trends und Perspektiven auf dem Weg zur elektronischen Geldbörse*. Wiesbaden: Gabler 1995
- Matonis, John, W. 1995: *Digital Cash and Monetary Freedom*. Paper presented at INET '95 Internet Society Annual Conference (http://www.eff.org/Privacy/Digital_money/matonis_on_dig_cash.paper)
- Meyer, Rolf 1999: Eine kurze Geschichte der TA-Konzepte. TAB Brief No. 17, Dezember 1999, 4-11
- Papameletiou, Demosthenes 1999: *Study on Electronic Payment Systems for the Committee on Economic and Monetary Affairs and Industrial Policy of the European Parliament*. Brussels and Luxembourg: 1999 (<http://www.jrc.es/pages/projects/docs/ESTOCSRfinal.pdf>)
- Rheingold, Howard 1997: *The Internet and the Future of Money* (<http://www.transaction.net/press/tomorrow.html>)
- Valls et al. 1997: Valls, J.; Torres, R.; Arbussa, A.; Ormazábal, G.; Tarrés, M.; Anguera, J.: *Technological innovation and money. Final Report. Working document for the STOA PANEL*. Luxembourg: European Parliament, Directorate General for Research 1997 (PE number: 166.483)



Jürgen Kopfmüller, Armin Grunwald, Juliane Jörissen, Volker Brandl (ITAS)
Michael Paetau (Fraunhofer Institute Autonome Intelligente Systeme (AIS))

Zwischen 1997 und 2002 wurde das Verbundprojekt der Helmholtz Gemeinschaft „Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland“ durchgeführt. Wesentliches Ziel dieses Projekts war es, ein theoretisch fundiertes und praktikables Instrumentarium für die Operationalisierung des Nachhaltigkeitsleitbilds zu erarbeiten. Dies umfasste die positive Definition von Kriterien „nachhaltiger Entwicklung“ sowie deren analytische Umsetzung auf verschiedenen Ebenen, um daraus Handlungsempfehlungen für Politik und Forschung abzuleiten. Unter der Federführung von ITAS wurde zunächst im Rahmen einer Vorstudie das integrative Nachhaltigkeitskonzept entwickelt. In der Hauptstudie wurde dieses dann einer detaillierten Analyse der gegenwärtigen Situation in Deutschland zugrunde gelegt. Kooperationspartner innerhalb der HGF waren das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) mit dem Institut für Verkehrsforschung und der Abteilung für Technikbewertung und Systemanalyse des Instituts für Technische Thermodynamik, das Forschungszentrum Jülich (FZJ) mit den Programmgruppen Mensch-Umwelt-Technik (MUT) und Systemforschung und Technologische Entwicklung (STE) sowie die Fraunhofer Institute Autonome Intelligente Systeme (AIS) und Rechnerarchitektur und Softwaretechnik (FIRST). In dem nachfolgenden, dem Abschlussbericht entnommenen Text werden die Grundprinzipien und die Architektur des integrativen Nachhaltigkeitskonzepts beschrieben, das mittlerweile in Projekten innerhalb und außerhalb der HGF forschungspraktische Anwendung findet.

Das integrative Konzept nachhaltiger Entwicklung

Volker Brandl, Armin Grunwald, Juliane Jörissen, Jürgen Kopfmüller, Michael Paetau

Zuerst erschienen in: Reinhard Coenen, Armin Grunwald (Hrsg.):
Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland – Analyse und Lösungsstrategien.
Berlin: edition sigma 2003, S. 55-82

Die Diskussion über nachhaltige Entwicklung reagiert auf erkannte Probleme gegenwärtiger Entwicklungen im globalen Maßstab. Viele Entwicklungen, die in der Nachhaltigkeitsdiskussion eine große Rolle spielen, z. B. globale Umweltveränderungen, die drohende Ressourcenverknappung oder die Entwicklungsproblematik, sind als drängende gesellschaftliche Probleme anerkannt. Nachhaltige Entwicklung als Leitbild, diese Probleme zu überwinden, findet auf der politisch-programmatischen Ebene national wie international breite Zustimmung durch alle gesellschaftlichen Gruppen und politischen Positionen hindurch.

Die vorhandenen gesellschaftlichen Konfliktlinien werden aber auch durch den gemeinsamen Bezug auf Nachhaltigkeit nicht einfach aufgelöst, sondern kommen in grundlegenden inhaltlichen Fragen sowie in der Präzisierung und Operationalisierung von Nachhaltigkeit immer wieder ins Spiel. In wissenschaftlichen Arbeiten zur Operationalisierung von nachhaltiger Entwicklung ist daher sorgfältige und transparente begriffliche Grundlagenarbeit erforderlich. Anderenfalls droht alle weitere methodische und empirische Arbeit den am Anfang eingehandelten Unklarheiten zu erliegen und damit an Wirksamkeit zu verlieren.

Im Folgenden wird das in der HGF entwickelte integrative Konzept nachhaltiger Entwicklung erläutert, das diesem Buch zugrunde liegt. Im Mittelpunkt steht der Anspruch, nachhaltige Entwicklung als einen Begriff mit Unterscheidungskraft zu bestimmen. Dies erfolgt durch eine Auseinandersetzung mit der bisherigen Diskussion zur Nachhaltigkeit, insbesondere mit dem Bericht der Brundtland-Kommission und Überlegungen zur Nachhaltigkeit als Gerechtigkeitspostulat. Auf diese Weise werden inter- und intragenerative Gerechtigkeit, Globalität und Anthropozentrismus als konstitutive Elemente der Nachhaltigkeit bestimmt. Daraus werden 25 Regeln für eine nachhaltige Entwicklung abgeleitet, die auf der normativen Ebene den Kern unseres Nachhaltigkeitsverständnisses bilden.

Ausgangspunkt

Dass das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung eine so große Bedeutung gewonnen hat, hat sicher verschiedene Ursachen. Zu ihnen gehören:

- die generelle Zustimmungsfähigkeit: Niemand kann wirklich gegen eine nachhaltige Entwicklung sein;
- die weitgehende Übereinstimmung in der Diagnose, dass die Weltgesellschaft sich in vielerlei Hinsicht auf einem nicht nachhaltigen Entwicklungspfad befindet;
- die Integration vormals getrennter Probleme unter einem gemeinsamen begrifflichen Dach (Umweltprobleme, Entwicklungsproblematik der „Dritten Welt“, Armut etc.).

Eine so große und breite Zustimmung lässt die Frage aufkommen, wo denn angesichts dieses Konsenses die bekannten gesellschaftlichen Konflikte bleiben, die sich ansonsten schon bei jeder kleinen politischen Entscheidung zeigen. Schließlich wird die moderne Gesellschaft gerade durch ihre Pluralität in normativen Fragen, ihre Ausdifferenzierung und ihre Heterogenität beschrieben. Aktuelle Gesellschaftstheorien gehen davon aus, dass es zu Zielen gesamtgesellschaftlicher Entwicklung keinen Konsens geben könne, sondern dass die moderne Gesellschaft durch Formen des *Dissensmanagements* ihre Entscheidungen treffe und ihre Wege in die Zukunft festlege. Umfassender Konsens erscheint in dieser Perspektive eher als verdächtig. Dementsprechend wird häufig der Verdacht geäußert, der gesellschaftliche Konsens um Nachhaltigkeit sei nur ein *vermeintlicher* Konsens, eine Harmonie auf der Oberfläche eines eigentlich inhaltsleeren Wortes.

In der Tat gibt die inflationäre Verwendung des Begriffs der nachhaltigen Entwicklung auch durchaus Anlass für ein gewisses Maß an Misstrauen. Allerdings ist bereits die Wahrnehmung, dass sich die Weltgesellschaft wahrscheinlich oder auch nur möglicherweise auf einem nicht nachhaltigen Pfad befindet, im Sinne eines moralischen Vorsorgeprinzips Verpflichtung genug, sich die Mühe der weiteren Operationalisierung nachhaltiger Entwicklung zu machen. Der gelegentlich geäußerte Verdacht einer inhaltlichen Leere des Nachhaltigkeitsbegriffs kann daher nur Ansporn zur weiteren Konkretisierung und Präzisierung sein. Und hier sind vor allem die Wissenschaften gefragt.

Seit dem Bericht der Brundtland-Kommission (1987) ist vieles zur Nachhaltigkeit gesagt worden. Es liegen allein etwa 60 Definitionen nachhaltiger Entwick-

lung vor, ebenfalls verschiedene Konzepte zur Operationalisierung (vgl. Jörissen et al. 2001). Um angesichts dieser sehr in die Breite gegangenen Diskussion, die neben einiger Klarheit auch viel Unklarheit produziert hat, einen weiteren Ansatz zur Präzisierung nachhaltiger Entwicklung mit Aussicht auf Erfolg (zumindest mit der Aussicht, wahrgenommen zu werden) vorstellen zu können, bedarf es einer Reflexion der Anforderungen, die an Definition und Operationalisierung des Begriffs nachhaltiger Entwicklung zu richten sind.

Grundlegende Anforderung ist, dass der Nachhaltigkeitsbegriff *unterscheidende Kraft* haben muss. Begriffe werden geprägt, um etwas von etwas anderem zu unterscheiden. Ein Verständnis nachhaltiger Entwicklung, das praktische Relevanz und Beiträge zur gesellschaftlichen Problemlösung beansprucht, stellt eine Herausforderung für wissenschaftlich-konzeptionelle Arbeit dar, den Begriff der nachhaltigen Entwicklung in einer Weise zu präzisieren, dass zumindest folgende beiden Kriterien erfüllt werden:

- (1) Gegenstandsbezug: Aus der Definition nachhaltiger Entwicklung muss hervorgehen, worauf sich dieser Begriff erstreckt und worauf nicht; welches sind die Objekte, denen Attribute wie „nachhaltig“, „nicht nachhaltig“ oder „weniger nachhaltig“ zugeschrieben werden sollen?
- (2) Operationalisierbarkeit: Konkrete Zuschreibungen dieser Bewertungen (nachhaltig/nicht nachhaltig) zu gesellschaftlichen Zuständen oder Entwicklungen müssen ermöglicht werden; die Definition muss genügend substantiell sein, um die Formulierung von Zielen für Nachhaltigkeitsindikatoren zu erlauben. Innerhalb des Gegenstandsbereichs müssen nachvollziehbare und eindeutige Unterscheidungen zwischen nachhaltig und nicht (oder weniger) nachhaltig möglich sein (Trennschärfe).

Diesen allgemeinen Anforderungen an Begriffe, denen handlungsleitende Kraft zukommen soll, können Anforderungen hinzugefügt werden, die sich speziell im Kontext der Diskussion um nachhaltige Entwicklung stellen. Neben der trivialen Forderung, dass Definition und Konkretisierung theoretisch und konzeptionell auf der „Höhe der Diskussion“ sein und den verfügbaren Wissens- und Diskussionsstand reflektieren müssen, sind folgende Punkte zu beachten:

- Normativität: Der Begriff der nachhaltigen Entwicklung ist kein beschreibender Begriff, sondern ist als gesellschaftliches Leitbild normativ zu verstehen. Es handelt sich um das Postulat einer wünschenswerten Entwicklung.

- **Transparenz:** Die Reichweite des Nachhaltigkeitsbegriffs ist in zeitlicher und räumlicher Hinsicht extrem hoch. Operationalisierungen sind daher mit der Zustimmungsfähigkeit jetziger und zukünftiger Generationen konfrontiert. Angesichts der moralischen Pluralität moderner Gesellschaften und der Notwendigkeit interkultureller Bewertungen sind Prämissen und Voraussetzungen transparent offen zu legen.
- **Empirischer Gehalt:** Nachhaltigkeitsbewertungen basieren nicht nur auf normativen Kriterien, sondern auch auf empirisch zugänglichen Sachverhalten (z. B. gesellschaftlichen Trends). Definition und Konkretisierung nachhaltiger Entwicklung müssen die Verbindung des normativen Kerns mit empirisch zugänglichen Daten über relevante Parameter erlauben.
- **Modellierung:** Häufig ist modellgestütztes Wissen über Belastungsgrenzen oder Verletzbarkeiten natürlicher oder gesellschaftlicher Systeme erforderlich, um Nachhaltigkeitsbewertungen durchführen und Maßnahmen bewerten zu können. Dieses Wissen kann jedoch nicht die normative Diskussion über die Kriterien ersetzen, unter denen diese Bewertungen stattfinden.
- **Vorläufigkeit und Unvollständigkeit des Wissens:** Die Übernahme von Langzeitverantwortung muss das Ausmaß des Nichtwissens über zukünftige Generationen beachten. So kann es aufgrund der Situation, dass wir die Bedürfnisse zukünftiger Generationen weder kennen noch gar festlegen dürfen, nur um ein Offenhalten der Bedingungen der Möglichkeit der Bedürfnisbefriedigung gehen, ohne dies aber inhaltlich vorweg zu bestimmen.
- **Gestaltungsperspektive:** Das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung ist mit einer Gestaltungsperspektive verbunden. Statt einer Beliebigkeit des evolutionären Stroms der Ereignisse sollen bestimmte nachhaltige oder nachhaltigere Entwicklungspfade bevorzugt werden. Ein „long-term planning“ für nachhaltige Entwicklung (vgl. Schomberg 2002) ist erforderlich – allerdings unter Beachtung der Vorläufigkeit und Unvollständigkeit des Wissens.
- **Gesellschaftlicher Dialog:** Die handlungsorientierende Kraft des Nachhaltigkeitsbegriffs erschließt sich nicht unmittelbar: aus der Definition folgt noch nicht direkt, was zu tun sei. Vielmehr sind viele Stufen der Operationalisierung bis zu Handlungsstrategien zu durchschreiten. Diese können durch Wissenschaft beraten werden, bedürfen aber zu ihrer Konkretisierung und Umsetzung auch legitimer Entscheidungsverfahren und gesellschaftlicher Dialoge und Aushandlungsprozesse.

Das Ziel im Folgenden ist also, unter Beachtung dieser Anforderungen den Begriff nachhaltiger Entwicklung soweit zu präzisieren, dass er „hinreichend“ praktikabel und trennscharf wird. Diese begriffliche Arbeit erfolgt nicht voraussetzungslos und ist nicht wertneutral. Sie wird aber erstens gut begründet und zweitens werden die Voraussetzungen transparent deutlich gemacht.

Konstitutive Elemente nachhaltiger Entwicklung

Die Herausforderung einer hinreichend trennscharfen Definition von nachhaltiger Entwicklung zerfällt in zwei Anteile: (1) Es sind *konstitutive Elemente* für Nachhaltigkeit anzugeben, d. h. Antworten auf die Fragen: Was ist Nachhaltigkeit? Was ist für eine nachhaltige Entwicklung unverzichtbar und wodurch unterscheidet sie sich von nicht nachhaltiger Entwicklung? (2) Sodann sind auf der Basis dieser *Konstitution* des Nachhaltigkeitsbegriffs *Kriterien* für nachhaltige Entwicklung zu entwickeln und zu begründen, die es erlauben zu prüfen, ob die konstitutiven Merkmale – in bestimmten Bereichen – erfüllt sind oder nicht.

In diesem Kapitel geht es zunächst um die konstitutiven Charakteristika des Begriffs nachhaltiger Entwicklung. Ihre Bestimmung erfolgte auf der Basis von Dokumenten des politischen Nachhaltigkeitsdiskurses; zu nennen sind hier der Bericht der Brundtland-Kommission sowie weitere Dokumente des Rio- und Rio-Nachfolge-Prozesses. Diese oft sehr allgemein formulierten inhaltlichen Bestimmungen wurden sodann in dem für eine Nachhaltigkeitskonzeption notwendigen Maß konkretisiert. Dabei wurden relevante wissenschaftliche Diskurse berücksichtigt, insbesondere aus Ethik und den Sozialwissenschaften. Das Ergebnis besteht in drei konstitutiven inhaltlichen Elementen einer nachhaltigen Entwicklung: (1) intra- und intergenerative Gerechtigkeit, (2) globale Orientierung und (3) anthropozentrischer Ansatz. Im Folgenden werden diese kurz erläutert, wobei die Unterscheidungsleistung betont wird (im Detail ist dies nachzulesen bei Kopfmüller et al. 2001, S. 129-188).

(1) Intra- und intergenerative Gerechtigkeit

Nach der bekannten Definition der Brundtland-Kommission ist eine Entwicklung nachhaltig,

„wenn sie die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, daß künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können“ (vgl. Hauff 1987, S. 46).

Diese Definition enthält zwei Elemente: Erstens ist eine Entwicklung nur dann nachhaltig, „wenn sie die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt“. Dieses wird als eine Mindestanforderung ausgewiesen. Zweitens wird diese Mindestanforderung durch den Zusatz präzisiert „ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können“. Auf diese Weise kombiniert die Brundtland-Kommission die gerechte Bedürfnisbefriedigung *innerhalb* jeder (insbesondere der heutigen) Generation (intragenerativ) mit der gerechten Verteilung der Möglichkeiten der Bedürfnisbefriedigung *zwischen* den Generationen (intergenerativ) (ebd., S. 46). Es folgt daher, dass inter- und intragenerative Gerechtigkeit als *gleichrangig und zusammengehörig* betrachtet werden müssen.

Gerechtigkeit ist nach dem Brundtland-Bericht *soziale Gerechtigkeit* (iustitia socialis). Diese wird auch im Brundtland-Bericht im Unterschied zu einem engen ökonomischen Verteilungsbegriff in erster Linie daran gemessen, nach welchen Kriterien Rechte und Pflichten, Naturressourcen, Wirtschaftsgüter und soziale Positionen *verteilt* werden. Das Gerechtigkeitsprinzip des Brundtland-Berichts ist das eines Verteilungskriteriums, das Gerechtigkeitsverständnis ist vorrangig das einer Verteilungsgerechtigkeit. Vor diesem Hintergrund wird im Brundtland-Bericht einerseits eine gerechtere Verteilung oder auch gerechtere Umverteilung als Ziel gegenwärtiger und zukünftiger nationaler wie internationaler Entwicklung charakterisiert, andererseits wird Ungerechtigkeit (ungerechte Verteilung wie ungerechte Besitzstände) als Ursache für globale Problemlagen und Konflikte identifiziert.

Konstitutiv für das integrative Nachhaltigkeitsverständnis sind, aufbauend auf diesen Vorstellungen des Brundtland-Berichts, Überlegungen von Brown-Weiss (1989) und Acker-Widmaier (1999). Danach werden inter- und intragenerative Gerechtigkeit von ihrem normativen Anspruch her als gleichrangig angesehen, wobei die intragenerative Gerechtigkeit zugleich in einem instrumentellen Verhältnis zur intergenerativen Gerechtigkeit steht. Ausgangsthese ist die Idee des „Planetary Trust“, dem alle Menschen als Gattungswesen angehören, und der sie zu Solidarität und verantwortlichem Handeln in *räumlicher* und *zeitlicher* Hinsicht verpflichtet (vgl. Brown-Weiss 1989, S. 21ff.). Jede Generation ist berechtigt, das von vorangegangenen Generationen übernommene natürliche und kulturelle Erbe zu nutzen, und hat es gleichzeitig treuhänderisch für nachfolgende Generationen zu verwalten. Diese Doppelrolle als Nutznießer und Treuhänder des gemeinsamen Erbes räumt jeder Generation spezielle kollektive Rechte ein, denen kollektive Pflichten korrespondieren. Als Basis für die Zuweisung von Rechten und Pflichten werden drei Prinzipien intergenerativer Gerechtigkeit formuliert

(ebd., S. 38). Das erste Prinzip „*Conservation of Options*“ verlangt von jeder Generation, die Diversität der natürlichen und kulturellen Ressourcenbasis zu erhalten, um die Wahlmöglichkeiten kommender Generationen bei der Lösung ihrer Probleme und der Verwirklichung ihrer eigenen Werte nicht unangemessen zu beschränken. Das zweite Prinzip „*Conservation of Quality*“ verpflichtet jede Generation, den übernommenen Bestand an natürlichen und kulturellen Ressourcen in keinem schlechteren Zustand weiterzugeben, als sie ihn selbst empfangen hat. Das dritte Prinzip „*Conservation of Access*“ fordert, dass jede Generation ihren Mitgliedern gerechten Zugang zu dem gemeinsamen Erbe einräumt und diese Zugangsmöglichkeiten für kommende Generationen erhält.

Die Ausrichtung des Begriffs der Nachhaltigkeit an Gerechtigkeitsüberlegungen hat weitgehende Konsequenzen. Es geht dann nicht mehr „nur“ um die Ausrichtung der gesellschaftlichen Produktionsweise und Konsummuster sowie ihrer Institutionen an „objektiven“ Grenzen (z. B. der Tragkapazität von Ökosystemen oder der Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen), wie dies in einem ökologisch fokussierten Verständnis von Nachhaltigkeit zumeist der Fall ist. Sondern es geht um eine Frage *der internen Organisation der Gesellschaft unter der selbst gesetzten Idee der Gerechtigkeit* – selbstverständlich unter Beachtung des verfügbaren Wissens, z. B. über natürliche Belastungsgrenzen. Die Eingriffstiefe von Nachhaltigkeit *als Gerechtigkeitspostulat* in die gesellschaftlichen Verhältnisse und damit ihre Radikalität ist erheblich größer, da Gerechtigkeitsaspekte alle gesellschaftlichen Zustände und Entwicklungen betreffen (Institutionen, Verteilungen, Zugangsmöglichkeiten etc.).

(2) Globale Orientierung

Der von der UN-Vollversammlung 1983 formulierte Auftrag an die Brundtland-Kommission lautete, sich der „wichtigen Herausforderung an die Weltgemeinschaft“ zu stellen und „ein weltweites Programm des Wandels“ sowie „anspruchsvolle Ziele für die Weltgemeinschaft“ zu formulieren (vgl. Hauff 1987, S. IX, XIX). Die UNCED-Konferenz in Rio 1992 knüpfte daran wesentlich an, wie insbesondere die Dokumente der Rio-Deklaration und die Agenda 21 zeigen. Vor diesem Hintergrund besteht weitgehende Einigkeit darüber, dass mit dem Rio-(Folge-)Prozess neue Standards für eine globale Politik im Themenfeld Umwelt und Entwicklung etabliert und die Basis für ein Netzwerk von Foren und Institutionen zur Umsetzung dieser Standards gelegt wurden. Die in dieser Weise politisch gewollte

globale Orientierung als konstitutives Element nachhaltiger Entwicklung wird argumentativ durch folgende Begründungslinien gestützt:

- *In ethischer Hinsicht:* Nachhaltige Entwicklung impliziert zum einen, dass allen Menschen (gegenwärtiger und zukünftiger Generationen) das moralische Recht auf die Befriedigung ihrer Grundbedürfnisse und ihrer Wünsche nach einem besseren Leben zugesprochen wird (vgl. Hauff 1987, S. 46). Es besteht ein moralisches Recht für alle auf die Erhaltung der lebensnotwendigen Funktionen der Ökosysteme sowie auf gerechten Zugang zu den globalen Ressourcen (ebd., S. 44). Bewertungskriterien und Handlungsleitlinien für eine nachhaltige Entwicklung müssen daher die globale Dimension beachten.
- *In problemorientierter Hinsicht:* Viele der bekannten Nachhaltigkeitsprobleme wie stratosphärischer Ozonabbau, Klimawandel, Verlust an Biodiversität, Bodendegradation oder Wasserknappheit bzw. -verschmutzung, Bevölkerungswachstum, Armut, Unterernährung, Arbeitslosigkeit oder wachsende Einkommensverteilungsungleichheiten sind globaler Natur, wenn auch häufig regional unterschiedlich verteilt (Globaler Wandel). Diese Probleme und ihre systemische Verflechtung (vgl. Schellnhuber/Wenzel 1999) erfordern eine dieser Globalität adäquate globale Orientierung nachhaltiger Entwicklung.
- *In handlungsstrategischer Hinsicht:* Die Bewältigung dieser globalen Probleme erfordert gemeinsame globale Anstrengungen, sowohl was die Identifizierung und Analyse der Probleme und ihrer Ursachen als auch die Entwicklung und Umsetzung von Lösungsstrategien anbelangt. Es war bereits ein wesentliches Ziel der Rio-Dokumente, auf Basis des Brundtland-Berichts konzeptionelle und strategische Grundlagen für eine neue Qualität der globalen Zusammenarbeit festzulegen. Dies ging einher mit der Suche nach innovativen Ansätzen zur Lösung auch der Verteilungskonflikte. Verknüpft wird dies seit einiger Zeit mit dem Begriff der „global governance“.

Der Bezug auf die globale Dimension von Nachhaltigkeit hat ebenfalls Folgen für die weitere Operationalisierung und für Unterscheidungsleistungen. Kriterien für eine nachhaltige Entwicklung müssen danach die *globale* Situation widerspiegeln. Sie müssen die Anforderungen an eine global nachhaltige Entwicklung berücksichtigen und diese „übersetzen“ in Anforderungen auf nationaler, regionaler oder lokaler Ebene. Bedingungen oder Zielsetzungen in einem Land oder in einer Region dürfen nicht allein zum Maßstab nachhaltiger Entwicklung gemacht werden. Diese

„Übersetzungsleistung“ globaler Kriterien auf nationale oder regionale Verhältnisse ist aufgrund der vielfältigen (z. B. wirtschaftlichen) Verflechtungen und der Effekte des Exports und Imports von Nachhaltigkeitsproblemen sowie bedingt durch Verteilungskonflikte (etwa der wirtschaftlichen Belastungen durch Emissionsreduktionen) von erheblicher methodischer Komplexität und politischer Brisanz.

(3) Anthropozentrischer Ansatz

Der Brundtland-Bericht sieht die Gewährleistung einer dauerhaften Befriedigung menschlicher Bedürfnisse als das primäre Ziel einer nachhaltigen Entwicklung an (vgl. Hauff 1987, S. 45ff.). Damit stehen menschliche Nutzungsansprüche und -wünsche im Vordergrund. Die Rio-Deklaration dehnt die Reichweite moralischer Verantwortung auf alle menschlichen Wesen einschließlich künftiger Generationen aus.

„Die Menschen stehen im Mittelpunkt der Bemühungen um eine nachhaltige Entwicklung. Ihnen steht ein gesundes und produktives Leben im Einklang mit der Natur zu“ (BMU 1992, S. 45ff.),

so der Grundsatz 1 der Rio-Deklaration. Grundsatz 2 gewährt den einzelnen Staaten das „souveräne Recht“, ihre Ressourcen gemäß der eigenen Umwelt- und Entwicklungspolitik auszunutzen, und legt ihnen zugleich die Verpflichtung auf, dafür zu sorgen, dass ihre Aktivitäten keine Umweltschäden in anderen Staaten oder Gebieten außerhalb ihrer Jurisdiktion verursachen. Grundsatz 3 statuiert ein Recht auf Entwicklung, das auf eine Weise eingelöst werden müsse, „dass es gleichermaßen den Umwelt- und Entwicklungsbedürfnissen gegenwärtiger und zukünftiger Generationen gerecht wird“.

Nachhaltige Entwicklung ist in unserem Verständnis, bezogen auf die natürliche Umwelt, ein spezifisches anthropogenes Konzept. Dies begründet, anders als etwa Ansätze, die der natürlichen Umwelt eigene „Rechte“ zusprechen, die Pflicht zu einem behutsamen Umgang mit der Natur aus einem wohlverstandenen Eigeninteresse des Menschen heraus. Der Begriff des „menschlichen Selbstinteresses“ wird nicht mit einer kurzsichtigen, ausbeuterischen „Benutzung“ oder gar „Verwertung“ der Natur gleichgesetzt, sondern bezieht sich auf den langfristigen Erhalt der vielfältigen Funktionen, welche die Natur für den Menschen erfüllt. Dies umfasst nicht nur die Nutzung der Natur als Quelle für Rohstoffe oder als Senke für Abfallströme, sondern auch die vielfältigen kulturellen Funktionen der Natur, wie z. B. die Ermöglichung bestimmter ästhetischer Erfahrungen. In diesem Sinne

ist dieser anthropozentrische Ansatz „aufgeklärt“. Aus dem gerechtigkeitsrechtlichen Ansatz, allen Menschen, heutigen wie zukünftigen, dieselben Rechte zuzubilligen, folgt auch die Verpflichtung, die bestehende Vielfalt an Möglichkeiten menschlicher Interaktion mit der Natur für kommende Generationen zu bewahren.

Der Bezug auf den aufgeklärten Anthropozentrismus schränkt den Begriff nachhaltiger Entwicklung in Bezug auf die natürliche Umwelt auf Fragen menschlicher Nutzung ein. Darüber hinausgehende Fragen im menschlichen Umgang mit der Natur, wie z. B. bestimmte tierethische Fragen, werden auf diese Weise ausgeschlossen – was an ihrer Relevanz nichts ändert; es handelt sich hierbei jedoch um einen anderen „Diskurs“. Eingeschlossen sind in die menschliche Nutzung der natürlichen Umwelt aber im Gegenzug nicht nur Fragen der Rohstoffentnahme und der Nutzung der Umwelt als Senke, sondern auch die Bewahrung der Möglichkeiten einer ästhetischen „Nutzung“ der Natur – mit den nahe liegenden Folgen etwa für den Schutz besonderer Landschaftsformen.

*

Durch diese konstitutiven Elemente der Bestimmung des Begriffs nachhaltiger Entwicklung wird die Unterscheidungsleistung des Nachhaltigkeitsbegriffs präzisiert. Es geht darum, das Postulat global verstandener Gerechtigkeit in Zeit und Raum auf die menschliche Nutzung von (natürlichen und sozialen) Ressourcen und ihre Weiterentwicklung zu beziehen. Auf der Basis dieser Überlegungen besteht die Aufgabe, das normative Postulat der intra- und intergenerativen Gerechtigkeit unter den Randbedingungen der globalen Orientierung und des aufgeklärten Anthropozentrismus zu operationalisieren, d. h. von der Definitions- auf die Kriterienebene zu wechseln.

Hierzu stellt sich als nächstes die Frage nach dem Gegenstandsbereich der Rede über nachhaltige Entwicklung. Welches sind die Objekte, denen Attribute wie „nachhaltig“, „nicht nachhaltig“ oder „weniger nachhaltig“ zugeschrieben werden sollen? Nachhaltige Entwicklung in der integrativen Betrachtung resultiert aus einer Fülle teils heterogener Faktoren, z. B. aus den üblichen „Dimensionen“ des Ökologischen, des Ökonomischen und des Sozialen, die zumeist systemisch miteinander verknüpft sind. Dieser systemische Zusammenhang macht es, streng genommen, unmöglich, den Begriff „nachhaltig“ gesellschaftlichen Teilbereichen oder Technologien zuzuschreiben. Die Begriffsprägung „nachhaltige Technik“ z. B. verdeckt diese systemischen Zusammenhänge und erweckt den Eindruck, dass Nachhaltigkeit ein Attribut von technischen Produkten oder Systemen sein könne.

Dies ist jedoch weder aus Gerechtigkeitstheoretischen Gründen noch aus Gründen der gesellschaftlichen Verflechtungen möglich. Sinnvollerweise kann häufig der Komparativ „nachhaltiger“ verwendet werden, jeweils *ceteris paribus* zu ansonsten unveränderten Parametern. „Nachhaltigere Technik“ wäre eine Technik, deren Einsatz im Vergleich zu einer traditionellen Technik vorhandene Nachhaltigkeitsdefizite verkleinert – in einer ansonsten unveränderten Konstellation. Von „nachhaltiger Technik“ kann darüber hinaus nur in einem metaphorischen Sinne gesprochen werden (vgl. Fleischer/Grunwald 2002).

Bei räumlichen oder inhaltlichen Einschränkungen des Gegenstandsbereichs nachhaltiger Entwicklung (Beispiele sind „nachhaltige“ Regionen bzw. „nachhaltige“ Mobilität) ist der jeweilige Zusammenhang mit der gesamtgesellschaftlichen und der globalen Ebene zu beachten. Es darf nicht der Fall eintreten, dass Nachhaltigkeitsgewinne in Regionen oder gesellschaftlichen Teilbereichen nur dadurch erreicht werden, dass die Defizite in andere Regionen oder Teilbereiche verlagert (exportiert) werden. Aus diesen Gründen wird folgende Bestimmung des Gegenstandsbereichs nachhaltiger Entwicklung vorgeschlagen und die damit zusammenhängende Sprachregelung gewählt:

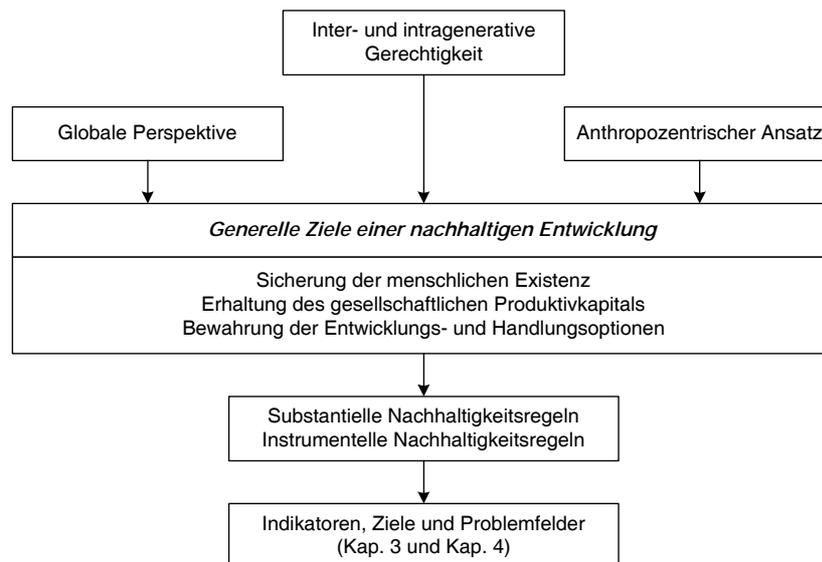
- Die Attribute nachhaltig, weniger nachhaltig oder nicht nachhaltig können ohne weitere Erläuterung nur dem gesellschaftlichen (globalen) Entwicklungspfad im Ganzen zugeschrieben werden.
- Gesellschaftliche Teilbereiche oder Regionen können Beiträge zu einer nachhaltigen Entwicklung oder zu Nachhaltigkeitsproblemen leisten.
- Wenn gesellschaftliche Teilbereiche oder Regionen selbst als nachhaltig bezeichnet werden, ist dies unter Berücksichtigung der gesamtgesellschaftlichen und der globalen Ebene zu reflektieren.
- Nachhaltigkeitsdefizite in einzelnen Bereichen (z. B. in Aktivitätsfeldern wie Mobilität und Verkehr oder Ernährung und Landwirtschaft) führen dazu, dass die Gesamtentwicklung nicht mehr als nachhaltig bezeichnet werden darf.
- Dies macht deutlich, dass nachhaltige Entwicklung nicht abschließend realisiert werden kann, sondern eine regulative Idee darstellt, die auf Nachhaltigkeitsdefizite im jeweiligen Ist-Zustand aufmerksam macht und Hinweise auf Abhilfe gibt.

Diese zurückhaltende Verwendung des Begriffs „nachhaltig“ beugt einer inflationären Verwendung mit der Gefahr der Beliebigkeit vor und erlaubt jeweils eine hinreichend präzise Interpretation, was damit im Einzelnen gemeint ist.

Architektur des integrativen Konzepts

Der Weg von Definitionen nachhaltiger Entwicklung, wie sie etwa in der Brundtland-Kommission gegeben wurden, bis zu konkreten Nachhaltigkeitsbewertungen gesellschaftlicher Entwicklungen oder zu Handlungsstrategien ist weit und führt über viele Vermittlungsstufen. In diesem Prozess der Operationalisierung ist größte Sorgfalt erforderlich. Dies betrifft insbesondere die nachvollziehbare und transparente Aufarbeitung der normativen Ebene, weil Mehrdeutigkeiten, Einseitigkeiten oder Schief lagen in diesem Bereich Auswirkungen auf sämtliche folgenden Untersuchungen haben würden. Im Folgenden ist die Architektur des integrativen Konzepts nachhaltiger Entwicklung der HGF dargestellt (zur Begründung des Ansatzes und zu genaueren Erklärungen vgl. Kopfmüller et al. 2001). Die Struktur ist Abbildung 1 zu entnehmen.

Abbildung 1: Architektur des integrativen Konzepts



Generelle Ziele der nachhaltigen Entwicklung

Der erste Schritt der Operationalisierung besteht in einer „Übersetzung“ der konstitutiven Elemente von Nachhaltigkeit in drei „*generelle Ziele nachhaltiger Ent-*

wicklung“, die dann in einem zweiten Schritt durch die Angabe von Mindestvoraussetzungen für eine nachhaltige Entwicklung, die „*Regeln*“, präzisiert werden. Die generellen Ziele zur Operationalisierung des Nachhaltigkeitsleitbildes im Sinne der obigen Ausführungen sind:

- (1) Sicherung der menschlichen Existenz,
- (2) Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotenzials,
- (3) Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten.

Diese generellen Ziele stehen in einer gewissen Analogie zu den von Edith Brown-Weiss (1989) formulierten Grundsätzen inter- und intragenerativer Gerechtigkeit (s. o.). Sie dehnen jedoch den Begriff der Ressource über die ökologische Dimension hinaus auf ökonomische, soziale und kulturelle Ressourcen aus. Sie stellen sowohl *notwendige* als auch (in einem schwächeren Sinne) *hinreichende* Bedingungen für die Realisierung der aus den konstitutiven Elementen erwachsenden Anforderungen an eine Operationalisierung von Nachhaltigkeit dar.

Dass die Erreichung der genannten generellen Ziele eine *notwendige* Bedingung der Realisierung von Nachhaltigkeit im Sinne der erläuterten konstitutiven Elemente darstellt, lässt sich wie folgt plausibel machen. Angenommen, diese Ziele wären *nicht* erfüllt (die menschliche Existenz wäre nicht gesichert, das gesellschaftliche Produktivpotenzial würde degenerieren und Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten würden nicht bewahrt), dann wäre es nahezu trivial, die Anforderungen an intra- und intergenerative Gerechtigkeit als nicht erfüllt anzusehen:

- Wenn die menschliche Existenz nicht gesichert wäre, wären elementare Forderungen wohl aller Gerechtigkeitstheorien verletzt; die Sicherung der bloßen Existenz ist Vorbedingung dafür, überhaupt über Gerechtigkeit reden zu können.
- Wenn das gesellschaftliche Produktivpotenzial nicht erhalten bliebe und wenn Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten nicht bewahrt blieben, wären spätere Generationen schlechter gestellt als gegenwärtige – das Prinzip der intergenerativen Gerechtigkeit wäre verletzt.

Da also die Nichterfülltheit der generellen Ziele die konstitutiven Elemente nachhaltiger Entwicklung verletzt, stellen die generellen Ziele *notwendige Bedingungen* für Nachhaltigkeit dar.

Die Frage, ob die Erfüllung der generellen Ziele für Nachhaltigkeit *hinreichend* ist, lässt sich nicht so leicht beantworten. Denn es kann nicht garantiert werden, dass die Realisierung der generellen Ziele als Mittel *in garantierter Weise* (wie dies für hinreichende Bedingungen zu fordern wäre) zur Realisierung der konstitutiven Elemente nachhaltiger Entwicklung führen wird. Eine Garantie kann aufgrund der dabei unvermeidlichen prognostischen Annahmen nicht gegeben werden (vgl. Grunwald 2000). Es ist ex ante allerdings möglich, für die *Eignung* der generellen Ziele als Mittel, Nachhaltigkeit zu erreichen, zu argumentieren: Die anthropozentrische Perspektive ist durch den Bezug auf die menschliche *Existenz*, das *gesellschaftliche Produktivpotenzial* und die *Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten* gewahrt. Durch den Aspekt der *Bewahrung* ist die intergenerative Perspektive eingenommen. Die Aspekte der Existenzsicherung und der Entwicklungsmöglichkeiten machen die intragenerativen Konsequenzen des Gerechtigkeitspostulats deutlich. Die konstitutiven Elemente von Nachhaltigkeit werden also durch die eingeführten generellen Ziele abgedeckt. Mehr als diese argumentative Plausibilität kann nicht belegt werden – mehr ist aber auch nicht zu fordern.

Die Einführung der generellen Ziele dient dazu, um darauf aufbauend operable Kriterien für nachhaltige Entwicklung bestimmen zu können. Dies geschieht in zweierlei Weise:

- (1) Es werden *substanzielle* Mindestbedingungen für eine Erreichung der generellen Ziele formuliert (die 15 „Was-Regeln“ der Nachhaltigkeit). Sie konkretisieren den Nachhaltigkeitsbegriff in Bezug auf gesellschaftliche Bereiche wie z. B. den Umgang mit natürlichen Ressourcen oder die Chancengleichheit. Ihre Einhaltung dient dazu, die oben genannten generellen Ziele in diesen gesellschaftlichen Bereichen erreichen zu können.
- (2) Es wird gefragt, unter welchen Voraussetzungen im Hinblick auf institutionelle Bedingungen eine Einhaltung der substanziellen Mindestbedingungen überhaupt möglich ist. Dies führt auf *instrumentelle Bedingungen* für nachhaltige Entwicklung (die 10 „Wie-Regeln“ der Nachhaltigkeit).

Die Unterscheidungsleistung des sich daraus ergebenden Systems von 25 Nachhaltigkeitsregeln ergibt sich aus folgendem Argumentationsgang: Wenn die Regeln erfüllt sind, werden die generellen Ziele erreicht, daraus wiederum ergibt sich eine positive Bewertung in Bezug auf Nachhaltigkeit. Wenn alle Regeln erfüllt

sind, ist das Postulat der nachhaltigen Entwicklung realisiert, bei Verletzung bereits einer Regel nicht.

Substanzielle Nachhaltigkeitsregeln

Im Folgenden werden die den drei generellen Zielen zugeordneten Mindestanforderungen (substanzielle Regeln) erläutert (als Überblick in Tab. 1; ausführliche Erklärung und Begründung in Kopfmüller et al. 2001, S. 189-272). Die Wortlaute der Regeln sind jeweils im Text *kursiv* wiedergegeben.

Tabelle 1: Überblick über die den drei generellen Zielen zugeordneten substanziellen Mindestanforderungen („Was-Regeln“ der Nachhaltigkeit, Kopfmüller et al. 2001, S. 172)

Ziele Regeln	1. <i>Sicherung der menschlichen Existenz</i>	2. <i>Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotenzials</i>	3. <i>Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten</i>
	1.1 Schutz der menschlichen Gesundheit	2.1 Nachhaltige Nutzung erneuerbarer Ressourcen	3.1 Chancengleichheit im Hinblick auf Bildung, Beruf, Information
	1.2 Gewährleistung der Grundversorgung	2.2 Nachhaltige Nutzung nicht erneuerbarer Ressourcen	3.2 Partizipation an gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen
	1.3 Selbstständige Existenzsicherung	2.3 Nachhaltige Nutzung der Umwelt als Senke	3.3 Erhaltung des kulturellen Erbes und der kulturellen Vielfalt
	1.4 Gerechte Verteilung der Umweltnutzungsmöglichkeiten	2.4 Vermeidung unvermeidbarer technischer Risiken	3.4 Erhaltung der kulturellen Funktion der Natur
	1.5 Ausgleich extremer Einkommens- und Vermögensunterschiede	2.5 Nachhaltige Entwicklung des Sach-, Human- und Wissenskapitals	3.5 Erhaltung der sozialen Ressourcen

(1) *Sicherung der menschlichen Existenz*

Das erste Gebot, das sich aus dem Gerechtigkeitspostulat ableiten lässt, ist ohne Zweifel, dass die jetzigen Generationen nicht die Voraussetzungen für ihr eigenes und das Leben künftiger Generationen zerstören dürfen. Eine Grundbedingung

dafür ist zunächst, dass die für die Gesundheit des Menschen erforderlichen Umweltbedingungen aufrechterhalten bleiben. Dies beinhaltet insbesondere die Pflicht, anthropogene Einwirkungen auf die Umwelt, durch die die menschliche Gesundheit geschädigt werden kann, zu minimieren (Regel 1.1: *Gefahren und unvermeidbare Risiken für die menschliche Gesundheit durch anthropogene bedingte Umweltbelastungen sind zu vermeiden*). Neben dem Gesundheitsschutz wird die Befriedigung der materiellen Grundbedürfnisse als unverzichtbare Voraussetzung für eine menschenwürdige Existenz angesehen. Dazu gehören Ernährung, Kleidung, Wohnung, medizinische Grundversorgung, Zugang zu sauberem Trinkwasser und sanitären Einrichtungen sowie die Absicherung gegen zentrale Lebensrisiken wie Krankheit, Invalidität und soziale Notlagen (Regel 1.2: *Für alle Mitglieder der Gesellschaft muss ein Mindestmaß an Grundversorgung (Wohnung, Ernährung, Kleidung, Gesundheit) sowie die Absicherung gegen zentrale Lebensrisiken [Krankheit, Invalidität] gewährleistet sein*).

Unter dem Aspekt einer dauerhaft aufrechterhaltbaren Entwicklung kann das Ziel jedoch nicht nur in der Sicherung des „nackten Überlebens“ bestehen, sondern muss die bestmögliche Befähigung der Individuen einschließen, ihr Leben in aktiver und produktiver Weise selbst zu gestalten. Mindestbedingung dafür ist, dass allen Gesellschaftsmitgliedern die Möglichkeit offen steht, ihre Existenz, einschließlich Kindererziehung und Altersversorgung, durch eine frei übernommene Tätigkeit zu sichern (Regel 1.3: *Für alle Gesellschaftsmitglieder ist die Möglichkeit einer Existenzsicherung [einschließlich Kindererziehung und Altersversorgung] durch frei übernommene Tätigkeit zu gewährleisten*). Während die Pflicht zur Befriedigung der Grundbedürfnisse auf den materiellen Kern des zum Leben Notwendigen reduziert ist, zielt diese in Anlehnung an Sen (1998) formulierte Regel auf die Bedingungen der Möglichkeit eines selbstbestimmten Lebens. Es geht darum, die Menschen in die Lage zu versetzen, sich selbst mit allem Nötigen versorgen zu *können*, statt durch Transferzahlungen oder andere externe Hilfeleistung nur versorgt zu *sein* (vgl. Acker-Widmaier 1999, S. 222).

Die Einlösung der Forderung nach selbstständiger Existenzsicherung setzt wiederum voraus, dass der Zugang zu den dafür notwendigen Ressourcen gesichert ist. Eine Mindestbedingung hierfür ist eine gerechte Verteilung der Nutzungsmöglichkeiten an den globalen zugänglichen Umweltgütern (Erdatmosphäre, Weltmeere, Wasser, biologische Vielfalt etc.) (Regel 1.4: *Die Nutzung der Umwelt ist nach Prinzipien der Gerechtigkeit unter fairer Beteiligung aller Betroffenen zu verteilen*). Die Forderung nach Gewährleistung menschenwürdiger

Lebensbedingungen und selbstständiger Existenzsicherung impliziert schließlich auch, dass extreme Einkommens- und Vermögensunterschiede möglichst ausgeglichen werden sollen (Regel 1.5: *Extreme Unterschiede in der Einkommens- und Vermögensverteilung sind abzubauen*). Die letzte Regel akzentuiert die vorher genannten unter dem Aspekt der Einkommens- und Vermögensverteilung. Diese muss zumindest insofern gerecht sein, als extreme Armut, die eine aktive Teilnahme am gesellschaftlichen Leben unmöglich machen und zur sozialen Exklusion führen würde, ausgeschlossen ist.

(2) Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotenzials

In Bezug auf das generelle Ziel der Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotenzials steht jede Konzeption nachhaltiger Entwicklung vor dem Problem, dieses Potenzial anzugeben und die Frage nach der gegenseitigen Ersetzbarkeit verschiedener Elemente dieses Potenzials zu beantworten. Jede Generation verfügt über ein bestimmtes Produktivpotenzial, das sich aus verschiedenen Faktoren zusammensetzt. Es hat sich eingebürgert, die gesellschaftlichen Faktoren, die maßgeblich unter Nachhaltigkeitsaspekten beurteilt werden, als Kapitalarten zu beschreiben. Hierzu gehören (vgl. Daly 1994; Jamieson 1998; Mohr 1997; Serageldin/Steer 1994):

- Naturkapital (unterteilt in Güter, Leistungen und Information);
- Kultiviertes Naturkapital (Viehherden, Lachsfarmen, Wälder, Plantagen etc.);
- Sachkapital (Maschinen, Anlagen, Geräte, Infrastruktur);
- Humankapital (personengebundene Fähigkeiten und Kenntnisse);
- Wissenskapital (nicht personengebundenes ökonomisch relevantes Wissen);
- Sozialkapital (soziale Strukturen, Normen, Sanktionen, Traditionen).

Das in einer Generation insgesamt vorhandene Produktivpotenzial muss möglichst ungeschmälert an nachfolgende Generationen weitergegeben werden, wenn eine Entwicklung als nachhaltig eingestuft werden soll, um nicht kommende Generationen zu benachteiligen. Dabei sind zwei grundsätzlich verschiedene Alternativen denkbar: Einerseits könnte man fordern, dass die *Summe* von künstlichem und natürlichem Kapital im Sinne eines aggregierten Wertes konstant gehalten werden soll (schwache Nachhaltigkeit), andererseits könnte man fordern, dass *jede einzelne Komponente* für sich unversehrt erhalten bleiben muss (starke Nachhaltigkeit). Es müssen also über wesentliche Aspekte dieser Kapitalarten und

ihrer gegenseitigen Substituierbarkeit Vorentscheidungen getroffen werden (vgl. SRU 2002; Ott 2001).

Starke Nachhaltigkeit führt sofort zu unplausiblen und teils absurden Konsequenzen, wie z. B. dem Verbot der Nutzung nicht erneuerbarer natürlicher Ressourcen – was mit dem konstitutiven Element des Anthropozentrismus kollidiert (s. o.). Schwache Nachhaltigkeit im Sinne einer nahezu vollständigen Substituierbarkeit des natürlichen Kapitals verkennt, dass jede wirtschaftliche Tätigkeit auf Vor- und Nachleistungen der Natur angewiesen bleibt. Es stellt sich also weniger die Frage nach einem Entweder-Oder, sondern vielmehr die Frage nach dem *Maß* der gegenseitigen Substituierbarkeit. Diese „mittlere“ Position ist Ausgangspunkt im Projekt „Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland“.

Zwischen den Bestandteilen des künstlichen und des natürlichen Kapitalstocks bestehen zum Teil komplementäre und zum Teil substitutive Beziehungen. Komplementarität gilt für Umweltgüter, ohne die der Mensch nicht überlebensfähig wäre und für die es keinen Ersatz gibt (Atemluft, Trinkwasser, fruchtbare Böden). Solche „essenziellen Ressourcen“ sind zu erhalten. Bei anderen ist zu fragen, inwieweit ihr Ge- oder Verbrauch zu Nutzeneinbußen für kommende Generationen führt. Dies ist vermutlich immer dann der Fall, wenn Bestandteile des natürlichen Kapitalstocks irreversibel vernichtet werden, wodurch die Handlungsoptionen künftiger Generationen unzulässig beschränkt werden. Dies führt zur Forderung, für jede einzelne Kapitalart des natürlichen Kapitalstocks „kritische Grenzen“ zu definieren, die eine nachhaltige Entwicklung nicht unterschreiten darf, unabhängig davon, wie hoch die Akkumulation bei anderen Kapitalformen ist. Wir sehen die Substitution von Naturkapital durch künstliches Kapital in begrenztem Umfang als zulässig an, sofern die grundlegenden Funktionen der Natur (auch die immateriellen) erhalten bleiben.

Im Hinblick auf die erneuerbaren Ressourcen wird verlangt, dass deren Nutzungsrate ihre Regenerationsrate nicht übersteigen darf, wobei neben der Nutzungsintensität auch die Nutzungsart zu berücksichtigen ist (Regel 2.1: *Die Nutzungsrate sich erneuernder Ressourcen darf deren Regenerationsrate nicht überschreiten sowie die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des jeweiligen Ökosystems nicht gefährden*). Bezüglich der nicht erneuerbaren Ressourcen ist die leitende Überlegung, dass zwar auf ihre Nutzung nicht gänzlich verzichtet werden kann, ihr Verbrauch aber ausgeglichen werden muss. Gefordert wird, dass die zeitliche Reichweite der nachgewiesenen nicht erneuerbaren Ressourcen (das sind solche, die mit den bekannten Technologien unter jeweils aktuellen, ökonomisch

vertretbaren Bedingungen abgebaut werden können) über die Zeit konstant bleibt (Regel 2.2: *Die Reichweite der nachgewiesenen nicht erneuerbaren Ressourcen ist über die Zeit zu erhalten*). Diese Regel ist nur zu erfüllen, wenn entweder der Verbrauch solcher Ressourcen durch Verhaltensänderungen eingeschränkt (Suffizienz) oder die Ressourcenproduktivität erhöht wird (Effizienz) oder nicht erneuerbare Ressourcen durch erneuerbare substituiert (Konsistenz) oder neue Reserven erschlossen werden. Um die für den Menschen unentbehrlichen Regelungs- und Trägerfunktionen dauerhaft zu erhalten, wird gefordert, dass die anthropogenen Stoffeinträge die Aufnahmefähigkeit der Umweltmedien und Ökosysteme nicht überschreiten dürfen (Regel 2.3: *Die Freisetzung von Stoffen darf die Aufnahmefähigkeit der Umweltmedien und Ökosysteme nicht überschreiten*).

In Ergänzung dieser drei Regeln zur Nutzung der Natur ist die Einführung einer „Risiko“-Regel notwendig, da die Komponente von „Groß“-Risiken in den anderen Regeln nur unzureichend erfasst ist. Diese orientieren sich im Allgemeinen an einem „störungsfreien Normalbetrieb“ und lassen die Möglichkeit einer plötzlichen unkontrollierten Freisetzung von Stoffen oder Energie in schädlichen Mengen weitgehend unberücksichtigt. Daher fordern wir zusätzlich, dass technische Risiken mit möglicherweise katastrophalen Auswirkungen auf die Umwelt zu vermeiden sind (Regel 2.4: *Technische Risiken mit möglicherweise katastrophalen Auswirkungen für Mensch und Umwelt sind zu vermeiden*, weil ansonsten das gesellschaftliche Produktivkapital gefährdet würde – ganz abgesehen von den Folgen für Gesundheit und Umwelt, die durch andere Regeln (s. o.) bereits abgedeckt sind).

Das gesellschaftliche Produktivkapital besteht über das natürliche Kapital hinaus auch in sozialen, ökonomischen und kulturellen Kapitalarten. Sach-, Human- und Wissenskapital sind so zu entwickeln, dass die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit zumindest erhalten bleibt bzw. verbessert wird (Regel 2.5: *Das Sach-, Human- und Wissenskapital ist so zu entwickeln, dass die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit erhalten bzw. verbessert werden kann*). Vor allem bezüglich des Sachkapitals schließt der hier verwendete Begriff der „Entwicklung“ nicht nur die Möglichkeit von Erhaltung oder Anpassung im Sinne von Aufbau oder Umbau ein, sondern ggf. auch den Abbau.

(3) Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten

Das Gebot intragenerativer Gerechtigkeit erstreckt sich auf den im integrativen Konzept gewählten normativen Grundlagen nicht allein auf materielle, sondern

auch auf *immaterielle* Bedürfnisse. So sind gleichrangig mit den materiellen Lebensgrundlagen auch immaterielle Aspekte wie Integration in kulturelle und soziale Zusammenhänge, Kommunikation, Bildung, Kontemplation, ästhetische Erfahrung, Freizeit und Erholung unverzichtbar. Erst wenn diese Bedürfnisse ebenfalls befriedigt werden, kann von einer dauerhaften Sicherung einer menschenwürdigen Existenz die Rede sein.

Bezogen auf den einzelnen Menschen bedeutet dies, dass die individuellen Entfaltungsmöglichkeiten *heute und in Zukunft* gesichert sein müssen. Als Mindestbedingung dafür wäre zunächst die Gewährleistung von Chancengleichheit im Hinblick auf den Zugang zu Bildung, Information, Kultur, beruflicher Tätigkeit, Ämtern und Positionen zu nennen (Regel 3.1: *Alle Mitglieder einer Gesellschaft müssen gleichwertige Chancen in Bezug auf den Zugang zu Bildung, Information, beruflicher Tätigkeit, Ämtern und sozialen, politischen und ökonomischen Positionen haben*). Der freie Zugang zu diesen Gütern wird als Voraussetzung dafür betrachtet, dass alle Mitglieder der Gesellschaft die gleichen Möglichkeiten haben, ihre eigenen Talente und Lebenspläne zu realisieren.

Die zweite unverzichtbare Mindestbedingung wird in der Möglichkeit zur Partizipation an den gesellschaftlich relevanten Entscheidungsprozessen gesehen (Regel 3.2: *Allen Mitgliedern einer Gesellschaft muss die Teilhabe an den gesellschaftlich relevanten Entscheidungsprozessen möglich sein*). Hinter dieser Regel steht die Überzeugung, dass sich eine Gesellschaft, sowohl unter normativen als auch unter funktionalen Aspekten, nur dann gedeihlich entwickeln wird, wenn sie ihren Mitgliedern die Chance zur Teilhabe an der gesellschaftlichen Willensbildung einräumt, die somit auf eine breite gesellschaftliche Basis gestellt wird. Die Regel zielt auf die Erhaltung, Erweiterung und Verbesserung demokratischer Formen der Entscheidungsfindung und Konfliktregulierung, insbesondere im Hinblick auf solche Entscheidungen, die für die künftige Entwicklung und Gestaltung der (Welt-)Gesellschaft von zentraler Bedeutung sind.

Weiterhin dürfen in bestimmten kulturellen Hinsichten die heute bestehenden Wahlmöglichkeiten nicht vermindert werden. Eine Mindestbedingung dafür ist, dass das kulturelle Erbe sowie die Vielfalt kultureller, ästhetischer und sozialer Werte erhalten bleiben (Regel 3.3: *Das kulturelle Erbe der Menschheit und die kulturelle Vielfalt sind zu erhalten*). Diese Forderung schließt den Schutz der Natur – über ihre wirtschaftliche Funktion als Rohstofflieferant und Senke für Schadstoffe hinaus (s. o.) – mit ein: Natur bzw. bestimmte Elemente der Natur sind wegen ihrer kulturellen Bedeutung als Gegenstand kontemplativer, spiritueller

ler, religiöser und ästhetischer Erfahrung zu erhalten (Regel 3.4: *Kultur- und Naturlandschaften bzw. Landschaftsteile von besonders charakteristischer Eigenart und Schönheit sind zu erhalten*).

Im Interesse einer langfristig aufrechterhaltbaren Entwicklung ist es darüber hinaus notwendig, eine Regel zu formulieren, mit der die Ebene des sozialen Systems oder der gesamten Gesellschaft explizit angesprochen wird. Eine Gesellschaft, die dauerhaft existenzfähig bleiben will, muss für die Integration, Sozialisation und Motivation ihrer Mitglieder Sorge tragen. Eine Mindestvoraussetzung dafür wird in der Erhaltung der „sozialen Ressourcen“ gesehen. Dies bedeutet, dass Toleranz, Solidarität, Rechts- und Gerechtigkeitsinn sowie die Fähigkeit zur gewaltlosen Konfliktbewältigung gestärkt werden sollen (Regel 3.5: *Um den sozialen Zusammenhalt der Gesellschaft zu gewährleisten, sind Rechts- und Gerechtigkeitsinn, Toleranz, Solidarität und Gemeinwohlorientierung sowie Potenziale der gewaltfreien Konfliktregelung zu stärken*).

Instrumentelle Nachhaltigkeitsregeln

Bei den instrumentellen Regeln der Nachhaltigkeit geht es um die Frage, welche gesellschaftlichen Rahmenbedingungen gegeben sein müssen, um eine nachhaltige Entwicklung zu realisieren. Sie beziehen sich auf ökonomische und politisch-institutionelle Aspekte nachhaltiger Entwicklung. Die ersten fünf Regeln beziehen sich auf wesentliche, in der Nachhaltigkeitsdebatte identifizierte Defizite ökonomischen Handelns. Die zweiten fünf Regeln fordern bestimmte Qualitäten oder Fähigkeiten, die Institutionen haben müssten, um eine Politik der Nachhaltigkeit umsetzen zu können (vgl. im Detail Kopfmüller et al. 2001, S. 273ff.).

Internalisierung externer sozialer und ökologischer Kosten: Die Preise müssen die im Wirtschaftsprozess entstehenden externen ökologischen und sozialen Kosten reflektieren. Aus Nachhaltigkeitsgründen ist zu fordern, dass die externen ökologischen Kosten (die sich insbesondere auf die Ressourcenknappheit und die Schädigung von Ökosystemen beziehen) und die externen sozialen Kosten (z. B. gesundheitsgefährdende Arbeitsbedingungen, soziale Kosten der Arbeitslosigkeit oder von Kinderarbeit) sich durch die Preise im Wirtschaftsprozess niederschlagen und gerade nicht externalisiert werden.

Angemessene Diskontierung: Durch Diskontierung dürfen weder künftige noch heutige Generationen diskriminiert werden. Diskontierung dient der Ermöglichung des Vergleichs von ökonomisch relevanten Größen (wie Kosten und Nutzen), die zu verschiedenen Zeitpunkten anfallen. Unter dem Postulat der in-

tergenerativen Gerechtigkeit ist darauf zu achten, dass hierdurch keine intertemporalen Ungerechtigkeiten auftreten.

Verschuldung: Um zukünftige Handlungsspielräume des Staates nicht einzuschränken, müssen die laufenden konsumtiven Ausgaben des Staates im Prinzip aus den laufenden Einnahmen finanziert werden. Dieses Prinzip soll verhindern, dass Staaten sich auf Kosten zukünftiger Generationen übermäßig verschulden. Es fordert keinen Verzicht auf Verschuldung, sondern erlaubt eine „optimale“ Verschuldung, etwa zur Finanzierung von Investitionen zur Befriedigung zukünftiger Bedürfnisse.

Faire weltwirtschaftliche Rahmenbedingungen: Die weltwirtschaftlichen Rahmenbedingungen sind so zu gestalten, dass wirtschaftlichen Akteuren aller Staaten eine faire Teilnahme am Wirtschaftsprozess möglich ist. Diese Regel bezieht sich auf die Ausgestaltung der Weltwirtschaftsordnung, insbesondere in Bezug auf die Marktzugangsmöglichkeiten für Entwicklungsländer.

Förderung der internationalen Zusammenarbeit: Die verschiedenen Akteure (Regierungen, Unternehmen, Nichtregierungsorganisationen) müssen im Geiste globaler Partnerschaft mit dem Ziel zusammenarbeiten, die politischen, rechtlichen und faktischen Voraussetzungen für die Einleitung und Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung zu schaffen. Angesichts der zunehmenden internationalen politischen und wirtschaftlichen Verflechtungen kommt der gerechten Ausgestaltung dieser Verflechtungen durch neue Formen der Kooperation („global governance“) wachsende Bedeutung zu.

Resonanzfähigkeit der Gesellschaft: Die Resonanzfähigkeit der Gesellschaft gegenüber den Problemen in der Natur- und Anthroposphäre ist durch geeignete institutionelle Innovationen zu steigern. Die Forderung ist, dass Problembewusstsein, Problemwahrnehmung und die Handlungsmöglichkeiten gesellschaftlicher Akteure über die Grenzen gesellschaftlicher Teilsysteme hinweg (wie Politik, Wirtschaft, Wissenschaft) gesteigert werden.

Reflexivität der Gesellschaft: Es sind institutionelle Bedingungen zu entwickeln, um eine über die Grenzen partikularer Problembereiche und über Einzelaspekte hinausgehende Reflexion von gesellschaftlichen Handlungsoptionen zu ermöglichen. Reflexivität meint die Beachtung der Folgen der Handlungen eines gesellschaftlichen Teilsystems, einer Organisation oder einer Person. Diese Regel bezieht sich auf die Notwendigkeit umfassender Reflexion und der Entwicklung entsprechender institutioneller Möglichkeiten der Folgenanalysen und -bewertungen.

Steuerungsfähigkeit: Die Steuerungsfähigkeit der Gesellschaft in Richtung einer zukunftsfähigen Entwicklung ist zu erhöhen. Hinweise auf die mangelnde Steuerungsfähigkeit moderner Gesellschaften gehören zu den Standardbedenken gegenüber der Möglichkeit einer Politik der Nachhaltigkeit (vgl. Brand/Fürst 2002 u. a.). Es ist daher erforderlich, über neue Formen der gesellschaftlichen Steuerung in globalem, nationalem und regionalem Rahmen im Hinblick auf nachhaltige Entwicklung nachzudenken.

Selbstorganisation: Die Selbstorganisationspotenziale gesellschaftlicher Akteure sind zu fördern. Neben den etablierten Institutionen des politisch-administrativen Systems müssen sich Formen entwickeln können, in denen vernetzte Strukturen gegenseitiger Konsultationen und partizipativer Entscheidungsformen zur Geltung kommen. Diese Formen werden heute im Allgemeinen mit dem Begriff der *Zivilgesellschaft* bezeichnet. Praktische Realisierungen lassen sich in den vielfältigen Aktivitäten zur Lokalen Agenda 21 beobachten.

Machtausgleich: Meinungsbildungs-, Aushandlungs- und Entscheidungsprozesse sind so zu gestalten, dass die Artikulations- und Einflussmöglichkeiten verschiedener Akteure gerecht verteilt und die Verfahren transparent sind. Unterschiedliche Machtverteilung kann zu einer Barriere nachhaltiger Entwicklung führen. Die Regel besagt, dass angesichts des Spannungsverhältnisses zwischen Individuum und Gesellschaft Meinungsbildungs-, Aushandlungs- und Entscheidungsprozesse so strukturiert sein müssen, dass alle Beteiligten gleiche Möglichkeiten haben, ihre Positionen durchzusetzen.

Zum Verständnis der Regeln

Die genannten und kurz beschriebenen Regeln für eine nachhaltige Entwicklung stellen eine Entfaltung der normativen Seite des Nachhaltigkeitspostulats in Bezug auf relevante gesellschaftliche Bereiche dar. Sie lösen noch nicht unmittelbar die Anforderungen an eine Operationalisierung ein. Um dies zu verdeutlichen und um die Spezifika dieses Ansatzes gegenüber anderen herauszuarbeiten, wird im Folgenden das Verständnis der Regeln erläutert: das, was sie aussagen und leisten sollen, das, was sie nicht leisten wollen oder können.

Funktionen der Regeln

Die Nachhaltigkeitsregeln haben folgende Funktionen (generell im Rahmen einer gesellschaftlichen Strategie nachhaltiger Entwicklung, speziell im Projekt „Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland“):

- Sie dienen als Prüfkriterien, mit deren Hilfe nachhaltige und nicht nachhaltige Zustände und Entwicklungen in Ländern ermittelt werden können. Sie sollen klären helfen, was als nachhaltig und was als weniger nachhaltig anzusehen ist.
- Dabei sollen sie ebenfalls in der Frage der Relevanzentscheidungen (welche Entwicklungen sind nachhaltigkeitsrelevant) behilflich sein. So ist vorstellbar, dass bestimmte gesellschaftliche Entwicklungen irrelevant unter Nachhaltigkeitsaspekten sind. Manche Trends im Kultur- und Lifestyle-Bereich dürften kaum nachhaltigkeitsrelevant sein. Andere Entwicklungen dagegen sind bereits prima facie hochrelevant (z. B. der zunehmende Ferntourismus). Über die Relevanz entscheidet die Kombination aus normativem Rahmen (hier: die Nachhaltigkeitsregeln) und empirischen Sachverhalten.
- Damit dies ermöglicht wird, ist eine weitere Untersetzung mit Indikatoren erforderlich. Das Regelsystem dient also auch als Basis für die weitere Operationalisierung von Nachhaltigkeit.
- Die Regeln stellen die normative Basis und Orientierung für gesellschaftliche Lernprozesse in Bezug auf nachhaltige Entwicklung dar. Sie bilden einen einmal gewählten und begründeten Anfangspunkt eines Prozesses, in dem die Gesellschaft sich reflexiv über die normative Seite nachhaltiger Entwicklung verständigt.
- Das System der Nachhaltigkeitsregeln ermöglicht eine begründete Kritik an bestehenden Zuständen und Entwicklungen, die sich letztlich aus den konstitutiven Elementen Gerechtigkeit, Globalität und Anthropozentrismus ableitet und sich dann in der Verbindung von Bewahrungs- und Entwicklungsperspektive ausdrückt.

An dieser Stelle ist es zur Klarstellung auch angezeigt zu beschreiben, was die Regeln *nicht* leisten sollen oder können. Hierzu gehören insbesondere die folgenden Punkte:

- Die Gesamtheit des Regelsystems soll nicht das „Schöne, Gute und Wahre“ verkörpern, wie dies teilweise als Vorwurf gegenüber integrativen Konzepten der Nachhaltigkeit erhoben wird. Stattdessen stellen die substanziellen Regeln, wie oben beschrieben, Mindeststandards dar, auf deren Gewährleistung alle Mitglieder der globalen Gesellschaft, einschließlich der kommenden Generationen, einen berechtigten Anspruch haben. Das integrative Konzept um-

fasst keineswegs die Summe aller wünschbaren politischen, sozialen und ökonomischen Ziele, sondern lediglich einen „Wohlfahrtssockel“ (Birnbacher 1999). Über ihn hinausgehend kann es vielfältige andere legitime und erstrebenswerte individuelle oder gesellschaftliche Ziele geben, deren Erfüllung aber nicht als konstitutiv für das Leitbild der Nachhaltigkeit angesehen wird.

- Die Regeln stellen keine direkten Handlungsanweisungen dar, sondern stehen immer noch auf der konzeptionellen Ebene regulativer Ideen. Sie determinieren nicht die Wahl der Handlungsstrategien oder Instrumente, die einzusetzen wären. Dies ist der weiteren Operationalisierung und der gesellschaftlichen Diskussion vorbehalten, in der auch andere Kriterien berücksichtigt werden müssen (Durchsetzbarkeit, Effizienz, erwartete Wirkung, Nebenfolgen etc.).

In welchem Sinne sind die Nachhaltigkeitsregeln gültig?

Die Nachhaltigkeitsregeln stellen normative Sätze dar. Die dort formulierten Sachverhalte werden nicht beschrieben, sondern es wird zu ihrer Realisierung aufgefordert, um eine nachhaltige Entwicklung zu erreichen. Daraus folgt schon, dass die Regeln nicht empirisch falsifizierbar sind. Wenn sie nicht erfüllt sind, heißt das nicht, dass sie falsch sind, sondern dass etwas getan werden soll, um ihre Erfüllung zu ermöglichen. Diese Normativität spielt sich auf zwei Ebenen ab:

- (a) *Monitoring und Diagnose*: Es wird dazu aufgefordert, das Vorliegen oder Verletztsein der betreffenden Sachverhalte zu prüfen (Beispiele: Ist die Staatsverschuldung im vorgegebenen Rahmen? Geschieht der Umgang mit nicht erneuerbaren Ressourcen nach dem Prinzip der „Reichweitenregel“? Ist Chancengleichheit realisiert?)
- (b) *Therapie von Nachhaltigkeitsdefiziten*: Für den Fall der Verletzung der Regeln wird darüber hinaus aufgefordert, Handlungen zu ergreifen, um diese Verletzung zu überwinden.

Hier schließt sich direkt die Frage an, welchen Anspruch auf Befolgung diese Aufforderungen erheben können. Warum soll die Gesellschaft diesen Ansprüchen nachkommen? Wie gut sind die Regeln begründet?

Die Regeln sind so konzipiert, dass sie in *unterschiedlichen Graden* erfüllt werden können. In Konfliktfällen muss eine Güterabwägung stattfinden. Dabei kann festgestellt werden, dass eine der beiden konfligierenden Regeln unter bestimmten Umständen Vorrang hat, während unter anderen Umständen die Vor-

rangfrage neu zu entscheiden wäre. Im Konfliktfall wird keine der betroffenen Regeln für ungültig erklärt, sondern es erfolgt eine Abwägung (s. u.).¹

Weiterhin ist zunächst daran zu erinnern, dass die Regeln nicht voraussetzungsfrei sind. Ihre Geltung hängt nicht nur von ihnen selbst, sondern auch von den Voraussetzungen ab, unter denen sie erzeugt wurden. In diesem Sinne sind sie *konditional-normativ* zu verstehen (vgl. Kopfmüller et al. 2001, S. 347-374). Formal gesehen, kann dies etwa nach folgendem Schema verstanden werden: Wenn Nachhaltigkeit gerechtigkeits-theoretisch interpretiert wird, wenn dies in globaler Dimension erfolgt, und wenn eine anthropozentrische Nutzungsperspektive zugrunde gelegt wird, dann gilt: Befolge die Regeln 1-25, um mehr Nachhaltigkeit zu erreichen! Die Behauptung ist, dass durch eine Befolgung der Nachhaltigkeitsregeln eine Annäherung an die so verstandene nachhaltige Entwicklung möglich ist.

Zu diesen Voraussetzungen – die mit der Definition von nachhaltiger Entwicklung durch die konstitutiven Elemente zu tun haben – ist zu sagen, dass die Begründung ihrer gesellschaftlichen Akzeptanz bis zurück zum Brundtland-Bericht, den Rio-Dokumenten und den Ergebnissen des Rio-Folgeprozesses erfolgt ist. Hinzu kommt, dass durch den Bezug auf Ethik und Gerechtigkeits-theorie auch Elemente philosophischer und sozialwissenschaftlicher Diskurse für die Begründung herangezogen werden konnten. In diesem Sinne ist der Geltungsanspruch des Regelsystems in synchroner Perspektive durchaus ein universeller Anspruch. Es sind (auf der normativen Ebene) keine Sonderregelungen (z. B. für reiche Länder) denkbar.

Allerdings gehen in die konkrete Formulierung der Regeln weitere Annahmen ein, die teils diesem universalistischen Anspruch nicht entsprechen. Durch den Bezug auf wissenschaftliche und gesellschaftliche Konflikte (Diskontierung, Verteilungsgerechtigkeit) und aktuelle (wirtschafts- und sozialwissenschaftliche) Diagnosen etwa zur Rolle des Staates, zur Steuerungsproblematik und zur Staatsverschuldung kommen Anteile ins Spiel, die zwar auch immer noch sehr allgemeiner Natur sind, die aber dennoch nicht universell sind, weil sie auf konkrete Interpretationen und Diagnosen der heutigen Gesellschaften Bezug nehmen. Im Gedankenexperiment: Wenn man sich im Mittelalter oder im chinesischen Kai-

¹ Begrifflich handelt es sich somit eher um Prinzipien als um Regeln. Der Regelbegriff hat sich jedoch mittlerweile in der Nachhaltigkeitsdiskussion eingebürgert (z. B. Enquete-Kommission 1998), sodass wir – mit der angegebenen Erläuterung – davon nicht abgehen wollen.

serreich Gedanken über ein integratives Konzept nachhaltiger Entwicklung gemacht hätte, wäre das Ergebnis sicher von unseren 25 Regeln sehr verschieden. Eine historische Relativierung ist daher erforderlich (die übrigens auch unerlässlich ist, wenn Lernprozesse stattfinden sollen, s. u.). Auch werden in den Regeln Annahmen getroffen hinsichtlich ihrer Beiträge zu den drei generellen Nachhaltigkeitszielen (s. o.) durch die Erfüllung der Regeln. Diese Annahmen sind zwar begründet, aber nicht garantiert und zurzeit schon gar nicht überprüft. In zeitlicher Hinsicht ist das Regelsystem daher nicht unbeschränkt gültig, sondern dient vielmehr im Sinne einer „morale provisoire“ (Hubig 1999) als (dem Anspruch nach) *wohlbegründeter Kompass* in Bezug auf nachhaltige Entwicklung – was aber nicht ausschließt, dass es zukünftig Weiterentwicklungen geben kann.

Ist das System der Nachhaltigkeitsregeln konsistent?

Angesichts der heterogenen Sachverhalte und Gegenstandsbereiche, die in den Regeln zur Sprache kommen, stellt sich die Frage, ob das vorgeschlagene System der Nachhaltigkeitsregeln widerspruchsfrei ist. Sind die Regeln simultan erfüllbar? Gibt es gegenläufige Entwicklungen in dem Sinne, dass Bemühungen zur Einhaltung einer bestimmten Regel die Einhaltung einer anderen erschweren? Die Diskussion zur nachhaltigen Entwicklung hat immer wieder auf systemische Rückkopplungen hingewiesen, die bereits innerhalb der Dimensionen der Nachhaltigkeit auftreten. In einem integrativen Konzept ist diese Schwierigkeit geradezu potenziert.

Konsistenzprobleme zwischen einzelnen Regeln oder Fragen der Konsistenz einzelner Regeln mit vorhandenem Wissen sind mit den üblichen wissenschaftlichen Methoden zu behandeln. Wie wäre nun aber die Frage nach der Konsistenz des *Gesamtsystems* der Regeln zu beantworten? Eine *empirische* Entscheidung über diese Frage scheidet aus, weil eben die Gesamtgesellschaft kein mögliches Untersuchungsobjekt wissenschaftlicher Forschung ist. Eine *analytische* Beantwortung ist ebenfalls unmöglich, weil dafür ein Modell der gesamten Gesellschaft vorhanden sein müsste, anhand dessen man versuchen könnte, eine Konsistenzprüfung zu machen. Weil ein solches Modell nicht existiert, scheidet auch die Möglichkeit der *Simulation* zur Beantwortung der Konsistenzfrage aus. Eine vollständige Konsistenzprüfung des Gesamtsystems der Regeln mit wissenschaftlichen Methoden stellt sich als unmöglich heraus.

Der Ausweg, der bleibt, ist, das Gesamtsystem der Regeln so zu betrachten, *als ob* es konsistent wäre. In der weiteren Operationalisierung sowie der wissen-

schaftlichen und gesellschaftlichen Diskussion würden sich, so die Annahme, eventuelle Unvereinbarkeiten zwischen Regeln zeigen, und dann wäre die Aufgabe, diese auszuräumen. Das hier vorgestellte Regelsystem ist gut begründet, seine Konsistenz ist jedoch in Strenge nicht nachweisbar. Es kann daher nur als gut begründeter Ausgangspunkt eines Prozesses verstanden werden, in dem mögliche Konsistenzprobleme auftreten könnten und dann bewältigt werden müssten.

Als Ausgangshypothese wird daher angenommen, dass die Regeln im Prinzip alle gleichzeitig erfüllbar sind. Auf dem Niveau der Allgemeinheit, in der die Regeln hier formuliert werden, kann diese Arbeitshypothese erst auf konkreteren Stufen der Regelanwendung (konkreter Maßnahmen und Strategien) verifiziert oder falsifiziert werden. Unverzichtbar sind freilich zwei Forderungen: Erstens sind die Regeln immer *in ihrer Gesamtheit* zu berücksichtigen. Dies bedeutet, dass jede Regel nur in den Schranken der anderen Gültigkeit haben kann und dass es deshalb zu Regelkonflikten kommen kann. Zweitens muss für jede Regel zumindest ein *Kernbereich* immer erfüllt sein (s. u.), der nie missachtet wird. So kann z. B. die Forderung, für alle Menschen das Existenzminimum zu gewährleisten, in Abhängigkeit von dem jeweiligen nationalen Kontext höchst unterschiedlich interpretiert werden, in ihrem Kernbereich ist aber strikt geboten, dass zumindest das Überleben aller gesichert ist.

Die Einführung von Kernbereichen, Erfüllungsbereichen und Gewichten dieser Erfüllungsbereiche erlauben den Anschluss an Abwägungsmethoden (vgl. Kopfmüller et al. 2001, S. 163-188). Die Regeln sind als „*abwägungsfähig*“ konzipiert und nicht nur in einer Alles-oder-nichts-Weise anwendbar. Begründungen für eine – durch eine Regel nahe gelegte – Entscheidung können in bestimmten Konfliktlagen konterkariert werden durch Begründungen, die einer anderen Regel zuzuordnen sind. Regeln werden damit „*graduell erfüllbar*“: Eine Regel kann als Ergebnis der Abwägungsprozedur u. U. nur zu gewissen Teilen und nur zu gewissen Graden berücksichtigt werden. Diese Konzeption bietet auch Anschlussmöglichkeiten an gesellschaftliche Dialoge, in denen über solche Abwägungen beraten werden kann – vorausgesetzt, die Kernbereiche der Regeln bleiben unangetastet.

Die Nachhaltigkeitsregeln als Motor eines Lernprozesses

Das System der Nachhaltigkeitsregeln als zentrales Element des integrativen Konzepts wird – vermittelt über die drei generellen Ziele – als Mittel zur Erreichung des Oberzieles einer nachhaltigen Entwicklung verstanden. Das Ausmaß dieser Zielerreichung ist nicht im Vorhinein absehbar; es bedarf empirischer

Analysen, um dies zu beurteilen. Aus diesem Grund und weil das Ausmaß der Zielerreichung sich im Lauf der Zeit aufgrund neuer Umstände ändern kann, sind ein ständiges Monitoring nachhaltigkeitsrelevanter Parameter und entsprechende Rückkopplungsprozesse erforderlich, um einen Prozess der Annäherung an nachhaltige Entwicklung dauerhaft zu implementieren. Die Herausforderung besteht darin, einen Prozess auf den Weg zu bringen, in dem aber „der Weg keineswegs schon das Ziel“ ist, sondern in dem der Weg orientiert wird durch das normative Leitbild der nachhaltigen Entwicklung. Ohne normative Substanz wäre nicht einzusehen, warum dieser Weg zu mehr Nachhaltigkeit führen sollte. Die Vermittlung eines prozeduralen Ansatzes mit einem normativen gelingt mittels eines Lernprozesses (vgl. Kopfmüller et al. 2001, S. 347ff.).

Dies betrifft auch die Frage nach der Vollständigkeit des Systems der Nachhaltigkeitsregeln. Pragmatisch muss ein solcher Vollständigkeitsanspruch erhoben werden: Die Angabe eines Regelsystems als Satz von Mindestbedingungen wäre sinnlos, wenn sich auf der Basis gegenwärtig bekannten Wissens zeigen ließe, dass nur ein Teil der Mindestbedingungen erfasst würde. Mindestbedingungen machen nur Sinn, wenn sie vollständig sind – jedenfalls dem Anspruch nach und gemäß den gegenwärtigen Wissensständen und Einschätzungen. Ob dieser Anspruch allerdings standhält, wird die wissenschaftliche Diskussion zeigen. Denn mit dem Vollständigkeitsanspruch kann *keine Garantie* auf zeitlose Gültigkeit verbunden werden. Es ist nicht auszuschließen, dass durch zukünftigen Wissenszuwachs und unvorhersehbare gesellschaftliche Entwicklungen neue Mindestbedingungen erkannt werden und dann in das System aufgenommen werden müssen. Ein System von Regeln, deren Einhaltung die Sicherung der Mindestbedingungen nachhaltiger Entwicklung verspricht, steht der lernenden Weiterentwicklung offen.

Das System der Nachhaltigkeitsregeln trägt vor diesem Hintergrund eines andauernden Prozesses der Annäherung an nachhaltige Entwicklung zu einem Lernen auf zwei Ebenen bei:

- (a) durch Anregung und Orientierung für empirische Forschung: Datenerhebung, Indikatorenauswahl, empirische Beobachtung der Indikatoren: Wo sind Lücken auf der Ebene von Faktenwissen? Wo besteht Forschungsbedarf? Wo ist die Datenlage unzureichend?

(b) durch die Weiterentwicklung des konzeptionell-normativen Verständnisses von Nachhaltigkeit (z. B. durch die Identifikation und Aufdeckung von Zielkonflikten, die Anlass zu Modifikationen und Weiterentwicklungen geben).

Wie dies im Projekt „Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland“ bewältigt wurde und zu welchen Ergebnissen dies führt, zeigen die folgenden Kapitel.

Literatur

- Acker-Widmaier, G. (1999): Intertemporale Gerechtigkeit und nachhaltiges Wirtschaften. Zur normativen Begründung eines Leitbildes. Marburg
- Birnbacher, D. (1999): Kommentargutachten, beauftragt im Rahmen des HGF-Projekts „Untersuchung zu einem integrativen Konzept nachhaltiger Entwicklung. Bestandsaufnahme, Problemanalyse, Weiterentwicklung“. Düsseldorf
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hg.) (1992): Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro. Dokumente – Agenda 21. Bonn
- Brand, K.-W.; Fürst, V. (2002): Sondierungsstudie. Voraussetzungen und Probleme einer Politik der Nachhaltigkeit. In: Brand, K.-W. (Hg.): Politik der Nachhaltigkeit. Voraussetzungen, Probleme, Chancen – eine kritische Diskussion. Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland 3. Berlin, S. 15-110
- Brown-Weiss, E. B. (1989): In Fairness to Future Generations. International Law, Common Patrimony and Intergenerational Equity. New York
- Daly, H. (1994): Ökologische Ökonomie: Konzepte, Fragen, Folgerungen. In: Altner, G.; Mettler-Meiboom, B.; Simomis, U.; Weizsäcker, E. v. (Hg.): Jahrbuch Ökologie 1995. München, S. 147-161
- Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Deutschen Bundestages (1998): Konzept Nachhaltigkeit. Vom Leitbild zur Umsetzung. Abschlussbericht. Bundestagsdrucksache 13/11200. Bonn
- Fleischer, T.; Grunwald, A. (2002): Technikgestaltung für mehr Nachhaltigkeit – Anforderungen an die Technikfolgenabschätzung. In: Grunwald, A. (Hg.): Technikgestaltung für eine nachhaltige Entwicklung. Von konzeptionellen Überlegungen zur konkreten Umsetzung. Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland 4. Berlin, S. 95-146
- Grunwald, A. (2000): Handeln und Planen. München

- Hubig, C. (1999): Pragmatische Entscheidungslegitimation angesichts von Expertendilemmata. In: Grunwald, A.; Saupe, S. (Hg.): Ethik in der Technikgestaltung. Praktische Relevanz und Legitimation. Berlin, S. 197-210
- Jamieson, D. (1998): Sustainability and Beyond. In: Ecological Economics 24, H. 2, S. 183-192
- Jörissen, J.; Kneer, G.; Rink, D. (2001): Wissenschaftliche Konzeption zur Nachhaltigkeit. In: Grunwald, A.; Coenen, R.; Nitsch, J.; Sydow, A.; Wiedemann, P. (Hg.): Forschungswerkstatt Nachhaltigkeit. Auf dem Weg von der Diagnose zur Therapie. Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland 2. Berlin, S. 33-57
- Kopfmüller, J.; Brandl, V.; Jörissen, J.; Paetau, M.; Banse, G.; Coenen, R.; Grunwald, A. (2001): Nachhaltige Entwicklung integrativ betrachtet. Konstitutive Elemente, Regeln, Indikatoren. Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland 1. Berlin
- Mohr, H. (1997): Wissen als Humanressource. In: Clar, G.; Doré, J.; Mohr, H. (Hg.): Humankapital und Wissen. Grundlagen einer nachhaltigen Entwicklung. Berlin, S. 13-27
- Ott, K. (2001): Eine Theorie „starker Nachhaltigkeit“. In: Natur und Kultur 2/1, S. 55-75
- Schellnhuber, H. J.; Wenzel, V. (Hg.) (1999): Earth Systems Analysis. Integrating Science for Sustainability. Heidelberg
- Schomberg, R. von (2002): The objective of Sustainable Development: Are we coming closer? EU Foresight Working Papers Series 1. Brüssel
- Sen, A. (1998): Ausgrenzung und Politische Ökonomie. In: Zeitschrift für Sozialreform 44, H. 4-6, S. 234-247
- Serageldin, I.; Steer, A. (1994): Epilogue: Expanding the Capital Stock. In: Serageldin, I.; Steer, A. (Hg.): Making Development Sustainable: From Concepts to Action. World Bank Environmentally Sustainable Development Occasional Paper Series 2. Washington D.C., S. 30-32
- SRU – Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (2002): Umweltgutachten 2002: Für eine neue Vorreiterrolle. Kurzfassung. Wiesbaden



Reinhard Coenen,
Gerhard Sardemann
(ITAS)

Der in zwei Teilen in der Zeitschrift „Atomwirtschaft“ erschienene Aufsatz zum Kyoto Protokoll entstand im Rahmen der Arbeiten der seit 1990 bei ITAS bzw. seinem Vorgänger AFAS angesiedelten „Informationsstelle Umweltforschung“. Damals beteiligte sich die „Informationsstelle“ an der Ausarbeitung einer Forschungsrahmenkonvention zu Globalen Umweltveränderungen und beschäftigte sich mit konzeptionellen Arbeiten zu „Nachhaltiger Entwicklung“. In der Endphase bis zum Auslaufen der Förderung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung im Jahr 1998 nahmen Mitarbeiter der Informationsstelle für das BMBF beobachtend und beratend an den Verhandlungen zur Klimarahmenkonvention und Sitzungen des Intergovernmental Panel on Climate Change teil.

Im Dezember 1997 fand in Kioto die 3. Vertragsstaatenkonferenz zur Klimarahmenkonvention statt. Erst 2005 ist das damals verabschiedete Kioto-Protokoll in Kraft getreten. Dass es so lange dauern würde, und vor allem, dass das Protokoll auch ohne Unterzeichnung durch die USA in Kraft treten würde, war nicht vor auszusehen. Damit hat aber das Protokoll keinerlei Auswirkungen auf die stetig steigenden Treibhausgasemissionen der beiden wichtigsten Emittenten, der USA, wo die energiebedingten CO₂ Emissionen von ca. 4.830 Mt im Jahr 1990 auf 5.620 Mt im Jahr 2003 anstiegen, und China, dessen CO₂ Emissionen von 1990 bis 2003 um über 60 % von ca. 2300 Mt auf 3.720 Mt wuchsen. Der weltweite Anstieg der energiebedingten CO₂ Emissionen über diesen Zeitraum betrug knapp 20 % und eine Trendwende ist nicht in Sicht. Die Skepsis, die sich in dem hier abgedruckten Aufsatz aus dem Jahr 1998 hinter der quantitativen Bewertung der Verhandlungsergebnisse von Kioto verbirgt, war also durchaus berechtigt.

Das Kioto-Protokoll zum Schutz des Klimas – Erfolg oder Mißerfolg?

Reinhard Coenen, Gerhard Sardemann

Zuerst erschienen in: Atomwirtschaft-Atomtechnik 43(1998)4, S. 243-248 unter dem Titel „Kioto: Protokoll zum Schutz des Klimas“ und in 43(1998)6, S. 397-401 unter dem Titel „Kioto: Quantitative Bewertung der Verhandlungsergebnisse“

Am 11. Dezember letzten Jahres wurde in Kioto auf der 3. Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen nach zweijährigen schwierigen und komplexen Verhandlungen das sog. Kioto-Protokoll zur UN-Klimarahmenkonvention einstimmig verabschiedet. Es sieht erstmals rechtlich verbindliche Verpflichtungen für die Industrieländer vor, ihre Treibhausgasemissionen in der Periode 2008 und 2012 in der Summe um 5,2 % gegenüber dem Niveau von 1990 zu reduzieren. Dabei haben die Industrieländer unterschiedliche Reduktions- bzw. Begrenzungsverpflichtungen übernommen, z.B. die EU-Länder als Gemeinschaft eine Reduzierung um 8 %, die USA um 7 % und Japan um 6 %. Russland muß seine Emissionen auf dem Niveau 1990 stabilisieren, während andere Industrieländer diese noch steigern dürfen, z.B. Australien um 8 %. Das Protokoll ist national und international zwiespältig aufgenommen worden; die meisten Regierungen der Industrieländer haben es als Erfolg gewertet. Von Umweltorganisationen und der Öffentlichkeit, insbesondere der deutschen, wurde es eher als ein mageres Ergebnis angesehen, obwohl sich hier auch Differenzierungen in der Bewertung finden.

Im ersten Teil dieses Beitrags sollen die wesentlichen Ergebnisse der Protokollverhandlungen dargestellt und der Versuch einer Wertung unternommen werden. Im zweiten Teil werden die Ergebnisse der Verhandlungen von Kioto anhand des vorliegenden Zahlenmaterials zu den derzeitigen und den zukünftig zu erwartenden Treibhausgasemissionen genauer analysiert. Dabei wird es insbesondere um einen Vergleich der Entwicklung in den Industrieländern und in den Entwicklungs- oder Schwellenländern gehen.

I Das Kioto-Protokoll

Vorgeschichte

In der im Jahre 1992 auf der UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung in Rio verabschiedeten Klimarahmenkonvention (KRK) wurde ursprünglich den Industrieländern, den sog. Annex I-Ländern, die Auflage gemacht, ihre Emissionen von Kohlendioxid und anderen Treibhausgasen, die nicht schon durch das Montrealer Protokoll zur Kontrolle ozonschädigender Gase geregelt werden, bis zum Jahr 2000 auf dem Niveau von 1990 zu stabilisieren. Weitere konkrete Vorgaben für eine Stabilisierung oder gar Reduktion der Emissionen über das Jahr 2000 hinaus enthält die KRK nicht. Sie sieht aber vor, daß die Vertragsstaatenkonferenz (VSK), als oberstes Gremium der KRK, in regelmäßigen Abständen die Angemessenheit der Verpflichtungen der Vertragsstaaten überprüfen soll und diese durch ein Protokoll oder eine Änderung des Wortlautes der Konvention verschärfen kann. Eine solche Überprüfung stand auf der 1. VSK in Berlin im Jahre 1995 an. Man einigte sich dort nach zähen Verhandlungen auf die Verabschiedung des sog. Berliner Mandats. In diesem wurde anerkannt, daß die bisherigen in der Klimarahmenkonvention niedergelegten Verpflichtungen für die Industrieländer nicht angemessen waren. Das Mandat sah die Einleitung eines Verhandlungsprozesses zur Verschärfung der Verpflichtungen der Industrieländer vor, mit dem Ziel, bis zur 3. Vertragsstaatenkonferenz im Jahre 1997 Politiken und Maßnahmen zum Klimaschutz auszuarbeiten sowie quantifizierte Begrenzungs- und Reduktionsziele für die Emission von Treibhausgasen unter Berücksichtigung anthropogener Senken innerhalb eines bestimmten Zeitrahmens festzulegen. Außerdem einigte man sich darauf, den Entwicklungsländern zunächst keine neuen Verpflichtungen aufzuerlegen. Für diesen Verhandlungsprozess wurde die Ad Hoc-Gruppe zum Berliner Mandat (AGBM) eingerichtet.

Der Verhandlungsprozess in der AGBM gestaltete sich äußerst schwierig. Einen gewissen Meilenstein in den Verhandlungen zum Kioto-Protokoll stellte 1996 die 2. Vertragsstaatenkonferenz in Genf dar, in deren Rahmen auch die 4. Sitzung der AGBM stattfand. Im Vordergrund standen die Diskussion und Bewertung des 2. Sachstandsberichts des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), einem gemeinsam von der World Meteorological Organisation (WMO) und dem United Nations Environmental Programme (UNEP) getragenen Gremium, dessen Aufgabe die Erfassung des Wissensstandes auf dem Gebiet der Klimaänderungen, ihren Folgen und möglichen Reaktionsstrategien ist. In diesem Bericht hatte sich

das IPCC erstmals zu der Aussage durchgerungen, daß „the balance of evidence suggests that there is a discernible human influence on global climate“. In der sog. Genfer Ministererklärung auf der 2. VSK wurde von der ganz überwiegenden Mehrheit der Bericht des IPCC so gewertet, daß dringend zusätzliche Maßnahmen zu einer signifikanten Reduktion von Treibhausgasen notwendig seien und rechtlich verbindliche Reduktionsziele festgelegt werden müssten. Bemerkenswert war insbesondere, daß sich erstmals die USA für rechtlich verbindliche Reduktionsziele aussprachen. Die weiteren Verhandlungen innerhalb der AGBM verliefen aber weiterhin zäh.

Insbesondere hielten sich die Industrieländer bei der Offenlegung ihrer Vorstellungen über zu vereinbarenden quantitative Reduktionsziele für die Treibhausgrenze zurück. Lediglich die Europäische Union präsentierte relativ frühzeitig auf der 6. AGBM-Sitzung im Frühjahr 1997 ihren Aufsehen erregenden Vorschlag, die Emission der Treibhausgase Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Distickstoffoxid (N₂O) (als sog. Korb, in dem die drei Gase durch ihre CO₂-Äquivalente erfasst werden) bis zum Jahre 2010 um 15 % zu reduzieren, ein Vorschlag, der vor allem von den USA als ein unrealistisches Ziel für das geplante Protokoll angesehen wurde. Ein weiterer Aspekt des EU-Vorschlags war, daß die EU diese Reduktion innerhalb der EU durch eine Lastenteilung (Burden-sharing) erbringen wollte, bei dem einige EU-Mitgliedstaaten, wie Portugal und Spanien, ihre Emissionen noch erheblich erhöhen könnten, während andere Mitgliedsländer erhebliche Reduktionen erbringen müssten, z.B. Deutschland um 25 % gegenüber 1990.

Erst auf bzw. kurz vor der letzten, der 8. AGBM-Sitzung im Oktober in Bonn präsentierten die USA und Japan ihre Vorschläge für Reduktionsziele des Protokolls, die allerdings längst nicht so weitgehend wie die der EU waren. Die USA schlugen eine Stabilisierung der Treibhausgasemissionen in der Periode 2008 bis 2012 auf dem Niveau von 1990 vor, was eigentlich schon in der Klimarahmenkonvention für 2000 gefordert worden war. Japans Vorschlag sah eine Reduktion von durchschnittlich 5 % für die Industrieländer vor, wobei unter Zugrundelegung dieses Ausgangswertes eine Differenzierung der Ziele mittels einer Formel vorgesehen war, die das voraussichtliche Wachstum der Bevölkerung, des Sozialproduktes und die pro Kopf Emissionen der jeweiligen Länder berücksichtigen sollte. Für Japan selbst hätte dieser Vorschlag bei Anwendung der Formel eine Reduktion von ca. 2,5 % bedeutet. Damit lagen zwar jetzt endlich die Vorschläge der Hauptakteure unter den Industrieländern vor, sie klafften aber ebenso deutlich auseinander wie die Positionen zu anderen wichtigen Bausteinen des Protokolls,

d.h. eine Annäherung war trotz acht AGBM-Sitzungen kaum erfolgt. Keiner der Hauptakteure unter den Vertragsstaaten wollte eine bestimmte Position zu einem Protokollbaustein aufgeben, hätte es doch eine Schwächung der Verhandlungsposition generell bedeutet. Daran änderte sich auch kaum etwas während der 1. Woche der Vertragsstaatenkonferenz vor dem Ministersegment bzw. 'High-level Segment'. Man strebte eine sog. Paketlösung an, die auf höchster politischer Ebene erzielt werden sollte.

Verhandlungspositionen und Ergebnisse

Das Kernstück der Verhandlungen um das Kioto-Protokoll war die Höhe der rechtlich verbindlichen quantitativen Emissionsbegrenzungs- und -reduktionsziele für Treibhausgase, die sog. QELROs (Quantitative Emission Limitation and Reduction Objectives). Wie im vorigen Abschnitt beschrieben, lagen die Vorschläge hier weit auseinander; umstritten im Zusammenhang mit den QELROs waren aber auch die Fragen,

- für welche Treibhausgase QELROs und
- für welche Zeitpunkte bzw. Zeiträume solche festgelegt werden sollten,
- ob und wie die Aufnahme oder Abgabe von CO₂ durch Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft berücksichtigt werden sollte (Senkenproblematik),
- ob der Handel mit Emissionsrechten zwischen Industrieländern (Emission Trading) zugelassen werden sollte

und letztlich die wichtige Frage

- ob für alle Industrieländer gleich hohe Reduktionsziele festgelegt werden sollten oder eine Differenzierung nach bestimmten Kriterien vorgenommen werden sollte, die die unterschiedlichen Ausgangsbedingungen und Leistungsfähigkeiten der Länder widerspiegeln.

Weiterhin war umstritten,

- ob das Protokoll auch rechtlich verbindliche Politiken und Maßnahmen für alle Vertragsparteien vorsehen sollte,
- ob die gemeinsame Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen durch Vertragsparteien (Joint Implementation) enthalten sein sollte

und schließlich die Frage

- der Einbindung der Entwicklungsländer in das Kioto-Protokoll.

Welche Gase?

Die Positionen reichten hier von der Festlegung von Reduktionsziele nur für CO₂ (Japan, Alliance of Small Island States) über einen sog. Korb von CO₂, Methan und Distickstoffoxid (EU) bis zu einem Sechser-Korb, der auch die vollhalogenierten fluorierten Kohlenwasserstoffe (PFC) und teilhalogenierten fluorierten Kohlenwasserstoffe (HFC) sowie Schwefelhexafluorid (SF₆) einbeziehen sollte (USA, Kanada, Australien und die meisten Entwicklungsländer).

Die Länder, die zunächst für eine Beschränkung auf bestimmte Gase votierten, begründeten dies mit noch bestehenden wissenschaftlichen bzw. messtechnischen Problemen bei der Erfassung der Emissionen der anderen Gase. Die Motive der Länder, die für den Einschluss von sechs Gasen plädierten, könnten darin gelegen haben, daß so mehr Flexibilität bei der Erfüllung von Reduktionszielen geschaffen würde. Dagegen spricht allerdings, daß insbesondere bei den HFCs – als Ersatzstoffe für die die Ozonschicht schädigenden FCKW – mit erheblichem Wachstum zu rechnen ist.

Nachdem zwischenzeitlich in den Verhandlungen in Kioto auch die Lösung mit zwei getrennten Körben im Gespräch war, setzte sich durch massiven Druck der USA die Position des Einschlusses aller sechs Gase durch, wobei die Industrieländer bei den HFCs, PFCs und SF₆ jedoch zwischen 1990 und 1995 als Basisjahr wählen können. Dies wird dazu führen, daß die Länder voraussichtlich als Basisjahr das Jahr wählen werden, in dem die Emissionen dieser Gase am höchsten waren.

Ziele für welche Jahre bzw. Perioden?

Die EU und insbesondere auch die Entwicklungsländer hatten in den AGBM-Verhandlungen für zeitpunktbezogene Reduktionsziele, z.B. für die Jahre 2005, 2010 etc., votiert, konnten sich aber nicht gegen die anderen OECD-Länder durchsetzen, die für die Vorgabe von Emissionsbudgets für Perioden von mehreren Jahren, z.B. drei oder fünf Jahre, als Zielgrößen, aus Gründen größerer Flexibilität und als Voraussetzung für den von ihnen geforderten Einschluss des Emission Tradings in das Protokoll plädierten.

Die EU und die Entwicklungsländer hatten außerdem für zeitlich möglichst frühe Reduktionsziele votiert und auch Ziele für 2005 gefordert und formuliert, konnten sich damit aber ebenso wenig durchsetzen. Der erzielte Kompromiss sieht jetzt als erste Budget- oder Verpflichtungsperiode 2008 bis 2012 vor, über Reduktionsverpflichtungen für spätere Budgetperioden soll spätestens ab 2005

verhandelt werden. Der Forderung der EU und der Entwicklungsländer nach früheren Zielen wurde in gewissem Umfang dadurch Rechnung getragen, daß das Protokoll in Art. 3.2 relativ unverbindlich vorsieht, daß die Vertragsparteien 2005 belegbare Fortschritte bei der Erfüllung ihrer Verpflichtungen nachweisen sollen.

Die Senkenproblematik

Die Senkenproblematik, d.h. die Frage, ob die Aufnahme oder Freisetzung von CO₂ durch Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft bei den Reduktionszielen des Protokolls berücksichtigt werden sollte, hatte sich insbesondere in den letzten AGBM-Sitzungen zu einem hoch kontroversen Punkt entwickelt. Die EU, Japan und auch die Entwicklungsländer hatten immer wegen der Unsicherheiten und Schwierigkeiten der Erfassung von Senken und Quellen durch Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft für deren Nichtberücksichtigung, den sog. Bruttoansatz, votiert, Dagegen haben die USA und andere der OECD-Länder außerhalb der EU sich für den sog. Nettoansatz, stark gemacht, d.h. Emissionen und Aufnahmen von CO₂ durch Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft sowohl bei den Emissionsinventaren im Basisjahr als auch bei den Emissionsbudgets für die Zielperiode zu berücksichtigen. Eine besondere Variante wurde von Neuseeland propagiert, der sog. Brutto-Netto-Ansatz, d.h. in der Basisperiode nur die Bruttoemissionen (aus Energienutzung, industriellen Prozessen, Landwirtschaft und Abfall) zu berücksichtigen, für die Zielperiode aber Aufnahme und Freisetzung durch Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft zu berücksichtigen, was insbesondere Ländern mit großen 'Nettosenken' erlaubt hätte, ihre Bruttoemissionen der Treibhausgase entsprechend zu erhöhen.

Man einigte sich hier letztlich auf einen Mittelweg: Im Basisjahr werden Aufnahmen oder Freisetzungen durch Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft nicht generell berücksichtigt; gemäß Art. 3.3 können aber nach 1990 eingetretene neue verifizierbare Nettoänderungen von Treibhausgasemissionen durch Aufforstung, Wiederaufforstung und Entwaldung bei der Erfüllung der vereinbarten Verpflichtungen angerechnet werden, sofern sie auf direkte menschliche Aktivitäten zurückzuführen sind. Über den Einbezug weiterer Kategorien von menschlich bedingten Landnutzungsänderungen mit Auswirkungen auf Treibhausgasemissionen oder -aufnahmen soll später entschieden werden.

Die erzielten Regelungen zur Senkenproblematik müssen insgesamt als relativ schwach bewertet werden und können Schlupflöcher eröffnen, erstens wegen der bestehenden Unsicherheiten bei der Erfassung der Aufnahmen und Freisetzungen

durch die genannten forstwirtschaftlichen Aktivitäten und zweitens weil direkte menschlich bedingte Landnutzungsänderungen und forstwirtschaftliche Aktivitäten im Protokoll nicht näher definiert wurden. Zudem wird Annex I-Ländern, bei denen Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft eine Netto-Quelle von Treibhausgasemissionen im Jahre 1990 waren, erlaubt, diese Emissionen bei den Inventaren des Basisjahres zu berücksichtigen. Davon profitiert in erster Linie Australien, bei dem dies der Fall ist, aber damit zu rechnen ist, daß die Emissionen aus Landnutzungsänderungen ohnehin zukünftig zurückgehen werden.

Der Handel mit Emissionsrechten

Im Handel mit Emissionsrechten zwischen Vertragsparteien mit verbindlichen Reduktions- bzw. Begrenzungszielen wird von dessen Befürwortern ein marktwirtschaftliches Instrument zur kostengünstigen Reduktion von Treibhausgasen gesehen. Insbesondere die USA, aber auch Japan, Australien und Neuseeland, hatten in den AGBM-Sitzungen von Anbeginn deshalb für den Einbezug dieses Instruments in das Protokoll votiert. Die EU, die zunächst dem Emission Trading sehr zurückhaltend gegenüberstand, hatte in den letzten AGBM-Sitzungen signalisiert, daß sie einem solchen System zustimmen könne, wenn gewährleistet würde, daß der deutlich überwiegende Teil von Reduktionsverpflichtungen durch inländische Maßnahmen erbracht wird, und wenn anspruchsvolle Reduktionsziele festgesetzt werden.

Da die Emissionen von Treibhausgasen der ehemaligen Ostblockländer gegenwärtig wegen des wirtschaftlichen Niedergangs dieser Länder deutlich unter den Werten von 1990 liegen, befürchtete die EU, daß es zum sog. „hot air trading“ zwischen OECD-Ländern, insbesondere den USA, und ehemaligen Ostblockstaaten kommen könnte, sofern letzteren im Protokoll Emissionsbudgets zugebilligt würden, die deutlich über dem liegen, was sie benötigen, und ihnen damit die Möglichkeit geboten würde, diese nicht benötigten Mengen an andere Industrieländer zu verkaufen.

Leider hat sich diese Befürchtung bewahrheitet, da das Emission Trading in das Protokoll aufgenommen wurde und Länder wie Russland und die Ukraine für sich Emissionsbudgets aushandeln konnten, die sie aller Wahrscheinlichkeit nach nicht benötigen werden. Zudem gelang es der EU nicht, in den Verhandlungen einen von ihr befürworteten prozentualen Begrenzungswert für den Anteil der Reduktionsverpflichtung eines Landes, den es durch Trading erfüllen kann, durchzusetzen, mit dem das „hot air trading“ hätte begrenzt werden können. In

Artikel 16 im Protokoll heißt es jetzt nur, daß das Emission Trading bei der Erfüllung von Reduktions- und Begrenzungsverpflichtungen ergänzend zu inländischen Maßnahmen sein soll.

Die Verabschiedung des Protokolls wären fast in der letzten Nacht der Verhandlungen am Widerstand der Entwicklungsländer gegen das Emission Trading gescheitert, die mit gewissem Recht dieses Instrument als nicht ausgereift und erprobt erachteten. Obwohl das Trading nun doch in das Protokoll aufgenommen wurde, konnten die Modalitäten, Regeln und Richtlinien für das Trading im einzelnen nicht geregelt werden. Diese sollen nun bis zur 4. Vertragsstaaten-Konferenz in Buenos Aires im November dieses Jahres verhandelt werden. Angesichts der nach wie vor teilweise konträren Positionen zum Emission Trading dürften sich diese Verhandlungen als sehr schwierig gestalten, und es ist zu bezweifeln, ob ein Ergebnis bis zum November dieses Jahres erreicht werden kann.

Differenzierte Reduktionsziele

Die EU, die USA und auch die Entwicklungsländer haben sich in den AGBM-Sitzungen immer für einheitliche Reduktionsziele für alle Industrieländer ausgesprochen, weil sie der Ansicht waren, daß eine Differenzierung von Zielen, um unterschiedliche Ausgangsbedingungen und Leistungsfähigkeiten berücksichtigen zu können, bis Kioto aus Zeitgründen nicht aushandelbar sein würde. Für eine Differenzierung traten von den westlichen Industrieländern insbesondere Australien, Japan, Neuseeland und Norwegen ein aber auch Russland, allerdings mit teilweise sehr unterschiedlichen Vorstellungen über Kriterien und Formeln, nach denen eine Differenzierung erfolgen sollte. Als Differenzierungskriterien wurden u.a. die pro Kopf-Emissionen, die Emissionen pro Einheit des Bruttosozialprodukts, das Bruttosozialprodukt pro Kopf, das erwartete Bevölkerungswachstum, die Energieintensität des BSP, der Anteil erneuerbarer Energien an der Energieversorgung und der historische Beitrag eines Landes zur gegenwärtigen Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre in die Debatte gebracht.

Nachdem auf der Konferenz in Kioto die USA und auch die Entwicklungsländer von ihrer Position gegen eine Differenzierung abrückten, kam es in Kioto letztlich doch zu einer Differenzierung von Zielen, die aber keineswegs auf einer nachvollziehbaren Zugrundelegung von Kriterien beruht. Man folgte dem von Russland präsentierten Vorschlag eines sog. Annex I-Bubbles, der die Festlegung einer Gesamtreduktion für die Industrieländer und deren länderspezifische Differenzierung in einem Anhang des Protokolls vorsah. Angesichts der weit auseinan-

derklaffenden Vorschläge der verschiedenen Länder hätte ein weiteres Bestehen auf einheitlichen Zielen wohl ein Scheitern der Verhandlungen bedeutet. Der letztendlich erzielte Kompromiss einer Gesamtreduktion von 5,2 % und einer differenzierten Verteilung dieser globalen Reduktion auf die einzelnen Industrieländer ist das Ergebnis eines komplizierten, iterativen Verhandlungsprozesses, in dem man sich in zahlreichen bilateralen Konsultationen zwischen Vertragsparteien und Konsultationen des Vorsitzenden Raul Estrada (Argentinien) mit einzelnen Delegationen an einen Kompromiss herantastete, der vor der Öffentlichkeit vorzeigbar sein sollte; ein Ergebnis für die Gesamtreduktionen der Emissionen der Industrieländer unter 5 % wäre das kaum gewesen.

Die vom Chairman in der Endphase der Verhandlungen offiziell und inoffiziell präsentierten Vorschläge für die Differenzierung der Ziele wurde dabei mehrfach in einem iterativen Prozeß modifiziert und auch die anderen noch strittigen Fragen wie das Emission Trading und die Senkenproblematik wurden bis zuletzt offen gehalten, da die Angebote der einzelnen Länder für die zu übernehmenden Reduktionsverpflichtungen von deren Regelung abhängig waren. So hätten sich die USA sicher nicht zu einer 7 %-Reduktion verpflichtet, wenn die EU und andere Länder ihnen nicht letztlich beim Emission Trading, beim Joint Implementation und bei der Senkenproblematik entgegengekommen wären.

Das EU-Bubble

Der von der EU im Frühjahr 1997 präsentierte Vorschlag für eine Reduktion ihrer Treibhausgasemissionen von CO₂, Methan und Distickstoffoxid um 15 % bis 2010 sah vor, daß die EU-Mitgliedsstaaten diese Reduktion gemeinsam erbringen, in dem Sinne, daß einzelne Mitgliedsstaaten unterschiedliche Lasten zur Erfüllung des EU-Ziels auf sich nehmen. Dieses sog. EU-Bubble wurde in AGBM-Verhandlungen teilweise scharf von den anderen Industrieländern angegriffen, insbesondere auch deswegen, weil es eine Differenzierung innerhalb der EU darstellte, während sich die EU in den Verhandlungen immer gegen eine Differenzierung von Zielen gewandt hatte. Die Vorschläge der EU zu den Regelungen des Bubbles wurden letztlich in Art. 4 des Protokolls mit einigen Änderungen aufgenommen; eine wichtige Änderung bestand darin, daß die Staaten, die ihre Verpflichtungen gemeinsam erfüllen wollen, die von ihnen einmal festgelegte Lastenverteilung während der Budgetperiode nicht mehr ändern dürfen.

Artikel 4 eröffnet natürlich auch anderen Vertragsstaaten die gemeinsame Erfüllung von Verpflichtungen. So könnten sich zum Beispiel die USA und andere

OECD-Staaten außerhalb der EU mit Russland und der Ukraine zusammentun, um in den Genuss der russischen und ukrainischen „Hot Air“ zu kommen. Eine solche Entwicklung ist umso wahrscheinlicher, je restriktiver die noch zu verhandelnden detaillierten Modalitäten und Regelungen des Emission Tradings ausgelegt werden.

Politiken und Maßnahmen zum Klimaschutz

Wie eingangs erwähnt, hatte das Berliner Mandat neben quantitativen Reduktions- und Begrenzungszielen auch die Festlegung von Politiken und Maßnahmen zum Klimaschutz im Protokoll vorgesehen. Über den gesamten AGBM-Verhandlungsprozeß war es umstritten, ob solche überhaupt Gegenstand des Protokolls sein sollten; besonders kontrovers war jedoch die Frage, ob für alle Industrieländer bestimmte Politiken und Maßnahmen rechtlich verbindlich im Protokoll vorgeschrieben werden sollten. Dafür hatte sich im AGBM-Prozeß vor allem die EU, unterstützt von den EU-assozierten Länder Ost- und Mitteleuropas und der Schweiz, mit der Begründung eingesetzt, daß bestimmte wünschenswerte Maßnahmen, wie z.B. Energie- oder CO₂-Steuern oder die Besteuerung von Flugzeug- und Schiffs-kraftstoffen (sog. bunker fuels), aus Wettbewerbsgründen nicht einseitig eingeführt würden. Die meisten anderen OECD-Länder außerhalb der EU, insbesondere die USA, haben das aber immer strikt abgelehnt und sich letztlich damit durchgesetzt. Das Protokoll enthält in Artikel 2 jetzt lediglich eine Liste von „beispielhaften“ Politiken und Maßnahmen relativ allgemeiner Natur, die die Vertragsparteien unter Berücksichtigung ihrer nationalen Gegebenheiten einführen oder weiter ausgestalten sollen (z.B. Erhöhung der Energieeffizienz, Schutz und Ausweitung von Treibhausgasen, Förderung von Formen nachhaltiger Landwirtschaft).

Joint Implementation

Die KRK sieht in Art. 4.2(a) die Möglichkeit einer gemeinsamen Umsetzung von Reduktionsmaßnahmen vor. Die hinter dem Konzept der „Joint Implementation“ stehende Überlegung ist folgende: Da viele der Industrieländer bereits einen vergleichsweise hohen Effizienzstandard bei der Begrenzung ihrer Treibhausgasemissionen erreicht haben, könnte es für sie kostengünstiger sein, Reduktionsmaßnahmen in Entwicklungsländern oder den ehemaligen Ostblockstaaten durchzuführen und sich die dabei erzielten Emissionsreduktionen auf ihre nationalen Reduktionsverpflichtungen gutschreiben zu lassen (Crediting). Das Konzept war aber zwischen Industrieländern und Entwicklungsländern immer seit der Verab-

scheidung der Klimarahmenkonvention heftig umstritten, weil die Entwicklungsländer darin einen Versuch der Industrieländer sahen, sich ihrer besonderen Verantwortung zu entziehen und auf eigene nationale Maßnahmen zu verzichten.

Auf der 1. Vertragsstaaten-Konferenz war nach sehr schwierigen Verhandlungen eine sog. Pilot Phase unter dem Namen „Activities Implemented Jointly (AIJ)“ beschlossen worden. Man hatte damit bewußt die Bezeichnung Joint Implementation vermieden. Der Beschluss sah für AIJ-Projekte sehr restriktive Kriterien vor, außerdem wurde die Kreditierung von Emissionsreduktionen aus AIJ-Projekten ausgeschlossen. In der Pilotphase, die bis 2000 abgeschlossen werden sollte, sollten insbesondere institutionelle Fragen, Modalitäten, Berichts- und Verifikationssysteme entwickelt und erprobt werden.

Es ist in gewisser Hinsicht überraschend, daß jetzt bereits vor dem Abschluss und der Auswertung der Pilotphase das Kioto-Protokoll Joint Implementation sowohl zwischen Industrie- bzw. Annex I-Staaten (Art. 6), als auch zwischen Industrieländern und Entwicklungsländern im Rahmen des Artikels 12 zum sog. Clean Development Mechanism einführt, allerdings ohne daß der Begriff „Joint Implementation“ als solcher im Protokoll auftaucht. Der Clean Development Mechanism geht ursprünglich auf einen Vorschlag von Brasilien zurück, der im wesentlichen vorsah, einen Clean Development Fund einzurichten, der durch finanzielle Bußen für die Nichterfüllung von Verpflichtungen durch Industrieländer gespeist und mit dem Klimaschutzprojekte in den Entwicklungsländern finanziert werden sollten. Die wundersame Wandlung des Clean Development Fund in einen Mechanismus für Joint Implementation zwischen Industrie- und Entwicklungsländern ist insbesondere auf ein Verhandlungsbündnis der USA mit einigen Entwicklungsländern zurückzuführen, die bereits in Joint Implementation- bzw. AIJ-Projekte engagiert sind oder ein großes Interesse daran haben. Von finanziellen Bußen als Sanktion für die Nichterfüllung von Verpflichtungen ist im Artikel 12 nicht mehr die Rede; im übrigen ist im Protokoll die Regelung von Sanktionen im Falle der Nichterfüllung der Verpflichtungen auf die 1. Vertragsstaaten Konferenz des Protokolls verschoben worden.

Hervorzuheben ist, daß bereits für Projekte, die zwischen 2000 und dem Beginn der Budgetperiode 2008 bis 2012 realisiert werden, die erzielten Emissionsreduktionen auf die Reduktionsverpflichtungen des jeweiligen an einem Projekt beteiligten Industrielandes in der Budgetperiode 2008 - 2012 angerechnet werden können, was andererseits bei Joint Implementation-Projekten zwischen Industrieländern nicht vorgesehen ist. Das dürfte zunächst Joint Implementation

mit Entwicklungsländern attraktiver machen als z.B. mit den ehemaligen Ostblockländern.

Einbindung der Entwicklungsländer

Obwohl im Berliner Mandat explizit verankert wurde, daß das zu verhandelnde Protokoll keine neuen Verpflichtungen für die Entwicklungsländer vorsehen sollte, wollten insbesondere die USA auch Begrenzungsverpflichtungen zumindest für die wirtschaftlich aufstrebenden Entwicklungsländer im Protokoll durchsetzen. Die US-Regierungsdelegation stand dabei unter Druck des Kongresses bzw. des Senats, der im letzten Jahr einstimmig eine Entschließung gefasst hatte, kein Protokoll zu ratifizieren, das nicht Verpflichtungen für solche Länder vorsieht.

Der Versuch, neue Verpflichtungen für Entwicklungsländer einzuführen, ist aber gescheitert. So wurde ein Artikel, der die Möglichkeit der freiwilligen Übernahme von Reduktions- bzw. Begrenzungsverpflichtungen durch Entwicklungsländer vorsah, in der letzten Konferenznacht der Konferenz aus dem Protokolltext gestrichen. Ebenso scheiterte am erbitterten Widerstand der Entwicklungsländer der Versuch, einen „Post-Kioto-Prozeß“ in Gang zu setzen, in dem über quantifizierte Emissions- und Begrenzungsverpflichtungen für die Entwicklungsländer verhandelt werden sollte.

Insgesamt gesehen ist der Versuch der USA, die Einbindung der Entwicklungsländer in das Protokoll zu erreichen, gescheitert – sieht man von dem in Artikel 12 eingeführten Joint Implementation zwischen Industrie- und Entwicklungsländern ab, mit dem allerdings nur den Industrieländern die Erfüllung ihrer Verpflichtungen erleichtert wird, d.h. je stärker dieses Instrument genutzt wird, umso weniger werden die Emissionen in den Industrieländern selbst gesenkt.

Bewertung des Erreichten

Grund für die Verabschiedung eines Protokolls war die Einsicht, daß die in der Klimarahmenkonvention in Art. 4.2 a und b den Industrieländern auferlegten Verpflichtungen angesichts des augenblicklichen Wissensstandes zum Risiko eines anthropogenen Klimawandels nicht ausreichend sind. Zu dieser Einsicht haben vor allem die Aussagen des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) im 2. Sachstandsbericht beigetragen, daß es erste ernstzunehmende Hinweise auf einen anthropogenen Klimaeinfluß gebe. Des weiteren ergaben Szenarienrechnungen des IPCC, daß mit einer Stabilisierung der globalen CO₂-Emissionen auf

dem derzeitigen Stand keineswegs eine Stabilisierung der atmosphärischen Konzentrationen verknüpft ist, die CO₂-Konzentrationen also stetig weiter ansteigen würden. Allerdings sah sich das IPCC außerstande bzw. es nicht als seine Aufgabe an, ein Konzentrationsniveau anzugeben, das keinesfalls überschritten werden dürfe. Dieses vorzugeben sei Sache der Politiker, wobei eine Abwägung zwischen tolerierbaren Klimaeinflüssen oder Schäden auf der einen Seite und Einflüssen von Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen auf die wirtschaftliche Entwicklung auf der anderen Seite stattzufinden habe. Abzuwägen ist natürlich auch, wann mit Maßnahmen (ob nun zur Reduktion von Treibhausgasemissionen, oder zum Schutz vor eventuellen Schäden begonnen werden soll und was der Zukunft bzw. zukünftigen Generationen überlassen werden darf.

Tabelle 1 zeigt die rechtlich-verbindlichen Reduktions- und Begrenzungsverpflichtungen, die die einzelnen Industrieländer im Kioto-Protokoll eingegangen und die im Anhang B zum Protokoll aufgelistet sind. Sie ergeben, wie bereits erwähnt, eine 5,2-prozentige Reduktion der Gesamtemissionen der Industrieländer gegenüber dem Niveau von 1990. Bei der Bewertung dieser quantitativen Ergebnisse der Verhandlungen sind einerseits die seit 1990 eingetretene Entwicklung der Treibhausgasemissionen der Industrieländer (in Tabelle 1 exemplarisch für das wichtigste Treibhausgas CO₂ dargestellt) sowie deren erwartbare weitere Entwicklung sowie die Regelung anderer oben beschriebener Bausteine des Protokolls, insbesondere des Emission Tradings, die Berücksichtigungsmöglichkeiten von Senken und das Joint Implementation zwischen Industrie- und Entwicklungsländer, die sog. Schlupflöcher im Jargon der Verhandlungen, zu betrachten.

Des Weiteren ist es durchaus realistisch, wenn trotz der Vereinbarungen des Kioto-Protokolls mit einem weiteren Anstieg der weltweiten Treibhausgasemissionen in absehbarer Zukunft gerechnet wird, da die Emissionen in den Entwicklungsländern durch das Bevölkerungswachstum und das erwartbare Wirtschaftswachstum stark ansteigen werden.

Dieser Tatsache und der Erkenntnis, daß die Treibhausgasproblematik nicht allein zukünftigen Generationen überlassen werden sollte, tragen sogenannte „safe landing“ Analysen Rechnung. In diesen Analysen werden sog. Emissionskorridore bestimmt, in denen nach heutigem Stand des Wissens über den Zusammenhang zwischen Treibhausgaskonzentrationen und den zu erwartenden Klimaänderungen und unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Randbedingungen (etwa die zu verkraftende jährliche Emissionsminderungsrate) heutige und zukünftige Treibhausgasemissionen liegen sollten. Alle Analysen dieser Art

zeigen, daß bei anfänglich hohen Emissionen am oberen Rand des Korridors, der in Zukunft zur Verfügung stehende Korridor immer schmaler wird.

Tabelle 1: Die quantifizierte Emissionsbeschränkungen bzw. Reduktionsverpflichtungen der Industrieländer gemäß Kioto-Protokoll im Vergleich zur bisherigen Emissionsentwicklung.

<i>CO₂-Emissionen 1990 in Mt</i>	<i>CO₂-Emissionen 1995 in Mt</i>	<i>CO₂-Emissionen nach Kioto-Protokoll** in Mt</i>	<i>Prozentuale Entwicklung 1990 bis 1995</i>	<i>quantifizierte Emissionsbeschränkungen bzw. Reduktionsverpflichtungen der Industrieländer gemäß Kioto-Protokoll</i>	<i>Vertragsparteien bzw. Länder</i>
3.891	3.725	3.580	-4,3%	-8%	EU gesamt *
4.966	5.215	4.618	+5,0%	-7%	USA
2.106	2.147	1.979	2,0%	-6%	Japan, Kanada, Polen, Ungarn
k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	-5%	Kroatien
3.160	2.128	3.160	-32,7%	0%	Neuseeland, Rußland, Ukraine
36	38	36	+6,6%	+1%	Norwegen
273	297	295	+8,6%	+8%	Australien
2	2	2	+6,3%	+10%	Island
14.433	13.552	13.670	-6,1%	-5,2%	Alle Länder

* EU-Mitgliedsstaaten (Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Irland, Italien, Luxemburg, Niederlande, Österreich, Portugal, Schweden, Spanien), sowie Liechtenstein, Monaco, Schweiz, Bulgarien, Estland, Lettland, Litauen, Rumänien, Slowakei, Slowenien, Tschechien

** ohne Berücksichtigung der anderen durch das Protokoll geregelten Treibhausgase

Quelle der Emissionsdaten: Offizielle Dokumente der Klimarahmenkonvention ergänzt durch Angaben von BP und IEA.

Nach solchen vom Zentrum für Umweltsystemforschung der Universität Kassel und des National Institute of Public Health and the Environment (RIVM) der Niederlande durchgeführten Safe-Landing-Analysen lagen die von den USA und Japan eingebrachten Vorschläge (USA: Stabilisierung der Emissionen im Zeitraum 2008 - 2012 auf dem Niveau von 1990; Japan: Reduktion von 5 % insgesamt) sehr nahe am oberen Rand von zulässigen Emissionskorridoren für den Zeitraum 1990 - 2010, wenn man als Randbedingungen den Zielwert der EU für

die Begrenzung des Temperaturanstiegs um $0,15^{\circ}$ Celsius/pro Dekade bis 2100, eine Begrenzung des Anstiegs des Meeresspiegels auf 30 cm bis 2100 und eine maximal mögliche 2 %ige Reduktion der Emissionen von CO_2 , N_2O und Methan pro Jahr zugrundelegt und einen relativ starken Anstieg der Emissionen außerhalb der Annex I-Staaten unterstellt. Das jetzt in Kioto erzielte Ergebnis einer Gesamtreduktion von 5,2 % der Emissionen der Industrieländer, was etwa dem ursprünglich japanischen Vorschlag entspricht, würde unter diesen Annahmen auch am oberen Rand eines solchen Korridors liegen und deshalb im Zeitraum von 2010 - 2030 erhebliche weitere Reduktionen erfordern, um auch für diese Periode in einem „sicheren“ Emissionskorridor zu bleiben.

Man kann das Ergebnis von Kioto schön oder schwarz färben. Schönfärberei ist es sicher, wenn man es als eine 30 %ige Reduktion von projektierten Business-as-usual-Emissionen für 2010 gegenüber 1990 darstellt. Bei einer solchen Bewertung sanktioniert man insbesondere die bisher sehr geringen Anstrengungen bzw. das Nichtstun vieler OECD Länder, das ursprüngliche Stabilisierungsziel der Klimarahmen-Konvention (Stabilisierung bis 2000 auf dem Niveau von 1990) zu erfüllen. Da die gegenwärtigen Treibhausgasemissionen der Industrieländer, wie in Tabelle 1 dargestellt, gegenwärtig um bis zu 6 % unter dem Emissionsniveau von 1990 liegen dürften, kann man das Ergebnis aber auch so werten, daß mit dem Kioto-Protokoll nur eine Stabilisierung auf dem gegenwärtigen Niveau erreicht wird, also das Ergebnis höchst mager ist. Dabei übersieht man aber, daß die Erfüllung der Protokollverpflichtungen für viele Länder angesichts der seit 1990 eingetretenen Emissionsentwicklung und der weiteren prognostizierten Emissionstrends am Rande des ökonomisch und technisch Machbaren liegt, wenn Schlupflöcher in den anstehenden weiteren Verhandlungen wirkungsvoll begrenzt werden können und damit die erforderliche Reduktion weitgehend im Inland erbracht werden muß.

Berücksichtigt man die Anrechenbarkeit von Treibhausgasen und die Möglichkeiten des Joint Implementation mit Entwicklungsländern, so ist eher zu erwarten, daß es bei Erfüllung der Verpflichtungen zwar nominal zu einer etwa 5 %igen Reduktion der Emissionen der Industrieländer kommen kann, das reale Ergebnis im Sinne realer Reduktion der Emissionen innerhalb der Industrieländer dürfte aber nur eine Stabilisierung auf etwa dem Niveau von 1990 sein. Aber auch dieses Ergebnis ist vor dem Hintergrund der bisherigen geringen Bemühungen der Industrieländer zum Schutz des Klimas ein wichtiger erster Schritt, dem aber nach 2012 weitere signifikante Reduktionsschritte folgen müssen.

II Quantitative Bewertung der Verhandlungsergebnisse

Außer um die bisherige Emissionsentwicklung seit dem im Protokoll festgelegten Basisjahr 1990 und dem prognostizierten weiteren Verlauf bis zur Zielperiode 2008 bis 2012 geht es hier um die Auswirkungen weiterer Bausteine des Protokolls, insbesondere den Handel mit Emissionsrechten (Emission Trading), die Berücksichtigungsmöglichkeiten von Senken und die gemeinsame Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen in Industrie- und Entwicklungsländer (Joint Implementation), die sog. Schlupflöcher im Jargon der Verhandlungen.

Gerade im Hinblick auf diese im Kioto-Protokoll eingeführten „Flexibilisierungsinstrumente“ besteht noch einiger Klärungsbedarf, beispielsweise, ob es eine obere Grenze für das Emission Trading geben soll und auf welche Weise Senken berücksichtigt werden können. In nächster Zukunft werden sich die Nebenorgane der Klimarahmenkonvention auf ihren Sitzungen im Juni 1998 in Bonn mit diesen Fragen beschäftigen und auch während der 4. Vertragsstaatenkonferenz zur Klimarahmenkonvention, im November 1998 in Buenos Aires, wird das Thema im Mittelpunkt der Verhandlungen stehen.

Die CO₂-Emissionen der Industrieländer

Die in Kioto getroffenen Vereinbarungen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen der in Annex I der Klimarahmenkonvention bzw. der in Annex B des Kioto-Protokolls aufgeführten Industriestaaten sollen zunächst vor dem Hintergrund des gegenwärtigen Emissionsniveaus und vorliegender Emissionsprognosen betrachtet werden. Dies geschieht anhand der CO₂-Emissionen, wofür es im Vergleich zu den anderen im Protokoll erfaßten Treibhausgasen Methan und Distickstoffoxid, und insbesondere den voll- und teilhalogenierten Fluorkohlenwasserstoffen und Schwefelhexafluorid, recht verlässliche Ausgangsdaten gibt. Über Energiebedarfsprognosen ist zudem ein Blick in die Zukunft möglich, da etwa 97 % der CO₂-Emissionen mit der Energieerzeugung durch fossile Brennstoffe zusammenhängen.

Durch die Klimarahmenkonvention werden die Annex I-Staaten zur regelmäßigen Erstellung von Berichten verpflichtet, die neben einer Beschreibung von Maßnahmen zum Klimaschutz in den jeweiligen Ländern auch standardisierte Treibhausgasemissionsinventare enthalten müssen. Die ersten 1994 erschienenen Nationalberichte wurden inzwischen vollständig vom Sekretariat der Klimarahmenkonvention in Bonn ausgewertet und die CO₂-Emissionswerte für das Referenz-

renzjahr 1990 in einem offiziellen Dokument veröffentlicht. Die Auswertung der zweiten Nationalberichte dauert noch an, so daß nur für eine Auswahl von Staaten Emissionswerte für das Jahr 1995 und teilweise revidierte Werte für das Jahr 1990 zur Verfügung stehen. Bei den anderen Ländern wurde auf Berechnungen der Internationalen Energieagentur (IEA) zurückgegriffen und auf Abschätzungen von British Petroleum (BP) zum Verbrauch fossiler Brennstoffe. Zu den erwarteten Änderungen der CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2010 werden in den Nationalberichten ebenfalls Angaben gemacht, häufig aber unter sehr unterschiedlichen Voraussetzungen, insbesondere die geplanten Klimaschutzmaßnahmen in den einzelnen Ländern betreffend. Als obere Grenze und Hinweis darauf, welche Entwicklung die CO₂-Emissionen ohne verstärkte Klimaschutzmaßnahmen nehmen könnten, sollen hier deshalb nur die Prognosen der IEA verwendet werden.

Die meisten Treibhausgas-Emissionen im weltweiten Vergleich verursachen derzeit die USA. Allein die CO₂-Emissionen betragen dort über 5000 Mt im Jahr. Während der Klimaverhandlungen sind die USA und die anderen nicht in der EU organisierten OECD-Staaten Japan, Schweiz, Kanada, Neuseeland, Norwegen, Australien und Island als JUSSCANNZ-Gruppe aufgetreten. Der CO₂-Ausstoß dieser Staatengruppe ist, bedingt durch die großen US-amerikanischen Emissionen, mit derzeit über 7.300 Mt etwa doppelt so groß wie der aller EU-Staaten, die wiederum ähnlich viel emittieren wie die Länder im Übergang zur Marktwirtschaft, d.h. die ehemaligen Staaten des Ostblocks („Economies in Transition to a Market Economy“, EITs). Zum Vergleich: Die globalen anthropogenen CO₂-Emissionen betragen zur Zeit etwa 22.000 Mt.

Anstieg der Emissionen in den OECD-Ländern

In den Tabellen 2 und 3 wurde die Entwicklung der CO₂-Emissionen der in Annex I aufgeführten OECD-Länder von 1990 bis 1995 bzw. 2010 den im Kioto-Protokoll eingegangenen differenzierten Verpflichtungen gegenübergestellt, wobei sich diese Verpflichtungen allerdings auf alle sechs im Protokoll erfassten Treibhausgase bzw. Treibhausgasgruppen beziehen. Trotz der schon in der Klimarahmenkonvention von 1992 enthaltenen Vereinbarung, die CO₂-Emissionen bis zum Jahre 2000 auf dem Niveau von 1990 zu stabilisieren, haben die CO₂-Emissionen der JUSSCANNZ-Staaten von 1990 bis 1995 im Mittel um 6 % zugenommen (Tabelle 2). Das bedeutet z.B., daß für die USA die Erfüllung der Kioto-Verpflichtung eine Senkung der Emissionen von 12 % gegenüber 1995 erfordert, bei isolierter Betrachtung der CO₂-Emissionen. Darüber hinaus wird von der IEA bis zum Jahr 2010 unter Busi-

ness-as-usual-Annahmen eine kräftige Steigerung der Emissionen von bis zu 29 % in Nordamerika und noch weit mehr in Australien und Neuseeland erwartet. Gegenüber den projektierten Business-as-usual Emissionsniveaus für 2010 bedeutet die Kioto-Verpflichtung demnach Reduktionen von über 30 %. Diese Zahlen sind in den Klimaverhandlungen von den USA herangezogen worden, um aufzuzeigen, welche erheblichen Anstrengungen schon das von den USA ursprünglich vorgesehene Ziel einer Stabilisierung auf dem Niveau von 1990 bedeuten würde.

Etwas besser als die JUSSCANNZ-Staaten stehen nach Tabelle 3 die Staaten der EU da. Hier hat es von 1990 bis 1995 bei den Ländern mit den größten Emissionen, Deutschland und Großbritannien, eine nicht unerhebliche Abnahme der CO₂-Emissionen gegeben, in Deutschland nicht zuletzt wegen des wirtschaftlichen Niedergangs in den Neuen Bundesländern. Dies hatte ein Absinken der Gesamtemissionen der EU-Länder um ca. 2 % zur Folge, obwohl in einigen Ländern die Emissionen stark anstiegen. Bis zum Jahr 2010 erwartet die IEA unter Business-as-usual Annahmen einen weiteren Anstieg der CO₂-Emissionen in den EU-Ländern mit Ausnahme Deutschlands, Dänemarks und Luxemburgs.

Tabelle 2: CO₂-Emissionen von OECD-Ländern mit Ausnahme der EU-Länder.

	CO ₂ - Emissionen 1990 in Mt	CO ₂ - Emissionen 1995 in Mt	proz. Ände- rung 1990- 1995	Erwartete Änderung 1990-2010 (nach IEA)	Verpflich- tung nach Kioto- Protokoll
USA	4.966	5.215	5%	29%	-7%
Japan	1.155	1.248	8%	7%	-6%
Kanada	464	500	8%	29%	-6%
Australien	273	297	9%	41%	8%
Schweiz	45	44	-2%	0%	-8%
Norwegen	36	38	6%	7% (2000)	1%
Neuseeland	25	27	7%	53%	0%
Island	2	2	6%	k.A.	10%
Insgesamt	6.966	7.371	6%	ca. 26%	-6%

Quelle: Offizielle Dokumente der Klimarahmenkonvention; Internationale Energie Agentur (IEA)
Emissionen durch Landnutzungsänderungen, Forstwirtschaft und durch sog. „bunker fuels“ sind nicht enthalten.

Tabelle 3: CO₂-Emissionen der EU-Länder.

	<i>CO₂- Emissionen 1990 in Mt</i>	<i>CO₂- Emissionen 1995 in Mt</i>	<i>proz. Änderung 1990- 1995</i>	<i>Erwartete Änderung 1990-2010 (nach IEA)</i>	<i>Reduktions- vorgabe innerhalb des EU-Bubbles</i>
Deutschland	1.014	894	-12%	-9%	-25%
Großbritannien	584	543	-7%	7%	-10%
Italien	429	445	4%	10% (2000)	-7%
Frankreich	378	385	2%	7%	0%
Spanien	227	260	14%	25% (2000)	17%
Niederlande	168	183	9%	2%	-10%
Belgien	116	121	4%	12%	-10%
Griechenland	82	88	7%	88%	30%
Österreich	62	62	0%	11%	-25%
Schweden	55	58	5%	4% (2000)	5%
Finnland	54	56	4%	84%	0%
Dänemark	52	60	15%	-15%	-25%
Portugal	42	51	21%	59%	40%
Irland	31	34	10%	36%	15%
Luxemburg	11	9	-18%	-28%	-30%
Insgesamt	3.306	3.251	-2%	ca. 7%	-9%

Quelle: Offizielle Dokumente der Klimarahmenkonvention; Internationale Energie Agentur (IEA)
Emissionen durch Landnutzungsänderungen, Forstwirtschaft und durch sog. „bunker fuels“ sind nicht enthalten.

Nach dem Kioto-Protokoll ist für jedes einzelne EU-Land eine Senkung der Treibhausgasemissionen um 8 % vorgesehen, allerdings wird im Protokoll auch die von der EU in die Verhandlungen eingebrachte „Bubble“-Lösung zugelassen, in der es für jedes EU-Land unterschiedliche Reduktionsvorgaben geben soll. Die vor den Verhandlungen in Kioto innerhalb der EU abgestimmten Werte sind in Tabelle 3 aufgeführt. Ein Blick auf die mit diesen Werten erreichbare Reduktion der Gesamtemissionen der EU-Länder um etwa 9 % zeigt deutlich, wie weit man hier von dem vor den Verhandlungen in Kioto von der EU präsentierten Vorschlag einer Reduktion der Treibhausgase um 15 % entfernt war. Der jetzt im Kioto-Protokoll festgelegte Reduktionswert von 8 % entspricht den Vorgaben der bisher verein-

barten Lastenteilung weit mehr. Allerdings ist nach Ansicht der deutschen Regierung und anderer EU-Länder nach der Hinzunahme weiterer Treibhausgase in den bislang von der EU ursprünglich vorgeschlagenen Korb der drei wichtigsten Gase CO₂, Methan und Distickstoffoxid eine Neuverhandlung der Anteile der einzelnen Länder nötig.

Emissionsrückgang in den früheren Ostblockländern

In den Ländern Mittel- und Osteuropas im Übergang zur Marktwirtschaft, den EITs, sind die CO₂-Emissionen aufgrund des wirtschaftlichen Niedergangs kräftig gesunken (Tabelle 4). Insgesamt ist von einer Reduktion der CO₂-Emissionen für diese Ländergruppe von 1990 bis 1995 um etwa 29 % auszugehen. Das Kioto-Protokoll erlaubt diesen Ländern einen Wiederanstieg der Emissionen, im Falle Russlands und der Ukraine sogar auf die Werte des Jahres 1990. Von einer starken Erholung der dortigen Wirtschaften kann auf absehbare Zeit keine Rede sein, so daß die fast 1.000 Mt CO₂, die allein in Russland und der Ukraine derzeit weniger emittiert werden als 1990, von anderen Ländern voraussichtlich zu einem beträchtlichen Teil zur Erfüllung ihrer Reduktionsverpflichtungen im Rahmen eines Emission Trading genutzt werden könnten. Im Verhandlungsjargon wurde diese Verfügungsmasse an bisher schon reduzierten Emissionen mit „hot air“ oder „heiße Luft“ bezeichnet.

Beim Emission Trading, das den Handel von Emissionen oder Emissionsrechten innerhalb der Industriestaaten erlaubt, handelt es sich wie auch bei der oben erwähnten „Bubble“-Lösung, bei der sich mehrere Staaten zu einer Gemeinschaft mit differenzierten Reduktions- oder Stabilisierungsverpflichtungen zusammenschließen, um eines der zahlreichen Flexibilisierungsinstrumente des Protokolls. Diese Flexibilisierungsinstrumente sollen es den Staaten leichter machen, die getroffenen Vereinbarungen einzuhalten, sie bieten aber auch Schlupflöcher für die Industriestaaten, ihre im Protokoll eingegangenen Verpflichtungen nicht nur im eigenen Land realisieren zu müssen. Die USA machten ihr Abrücken vom ursprünglich avisierten Stabilisierungsziel zugunsten eines Reduktionsziels von der Einführung dieser Flexibilisierungsinstrumente in das Protokoll abhängig. Nach den Verhandlungen betonten Vertreter der US-Administration vor allem im Hinblick auf absehbare Widerstände gegen eine Ratifizierung des Protokolls im amerikanischen Kongress, daß man sich im Grunde nur wenig vom ursprünglichen Verhandlungsziel entfernt habe und die in den USA durchzuführende Reduktion der Treibhausgasemissionen letztendlich nur 2 bis 3 % betragen.

Tabelle 4: CO₂-Emissionen der Länder „im Übergang zur Marktwirtschaft“.

	CO ₂ - Emissionen 1990 in Mt	CO ₂ - Emissionen 1995 in Mt	proz. Änderung 1990-1995	Verpflichtung nach Kioto- Protokoll
Russland	2.389	1.720	-28%	0%
Ukraine	746	381	-49%	0%
Polen	415	338	-18%	-6%
Rumänien	171	132	-23%	-8%
Tschechien	165	129	-22%	-8%
Bulgarien	83	66	-20%	-8%
Ungarn	72	61	-15%	-6%
Slowakei	60	49	-19%	-8%
Estland	38	34	-10%	-8%
Lettland	23	21	-10%	-8%
Insgesamt	4.161	2.930	-29%	-2%

Quelle: Offizielle Dokumente der Klimarahmenkonvention; British Petroleum (BP) Emissionen durch Landnutzungsänderungen, Forstwirtschaft und durch sog. „bunker fuels“ sind nicht enthalten. Im Falle Estlands und Lettlands wurde eine zehnprozentige Reduktion vorgegeben.

Die umweltorientierten Nichtregierungsorganisationen stellten dagegen während der Klimaverhandlungen vor und während der Konferenz in Kioto folgenden Aspekt der „hot air“-Problematik heraus: Vor allem wegen der Abnahme der Emissionen in den ehemaligen Ländern des Ostblocks und der Sowjetunion, aber auch aufgrund von Emissionsreduktionen in Ländern wie Deutschland und Großbritannien, haben die gesamten CO₂-Emissionen der Annex I-Länder von 1990 bis 1995 bereits um etwa 6 % abgenommen. Vergleicht man dies mit der im Kioto-Protokoll angestrebte Verminderung der Treibhausgasemissionen um mindestens 5 % relativ gegenüber 1990, so ist als Ergebnis der Verhandlungen allenfalls eine Stabilisierung der Emissionen auf dem heutigen Niveau herausgekommen.

Treibhausgaskörbe und die Senkenproblematik

Auch die Berücksichtigung einer möglichst großen Zahl von Treibhausgasen, auf die sich die Reduktions- bzw. Beschränkungsverpflichtungen des Kioto-Protokolls

beziehen, und die Anrechenbarkeit von anthropogenen Treibhausgasen kann im Sinne einer Flexibilisierung des Abkommens verstanden werden. Letzteres gibt den einzelnen Ländern die Möglichkeit, entweder Emissionen von Treibhausgasen zu drosseln oder aber die Entwicklung von Senken zu fördern. Leider ist die Anrechenbarkeit von Senken im Protokoll nur unzureichend geregelt, so daß einiger Spielraum zur Art und Weise der Berücksichtigung dieser Senken gegeben wird. Zudem bestehen große Unsicherheiten bei der Erfassung der Größenordnung von Senken.

Mit teilweise erheblichen Unsicherheiten behaftet ist auch die genaue Erfassung der Freisetzung von Treibhausgasen, die zusätzlich zu CO₂ im Kioto-Protokoll berücksichtigt werden. Das Fehlen zuverlässiger Inventare für 1990 führte unter anderem dazu, daß die Länder gemäß Protokoll für Fluorkohlenwasserstoffe (PFCs und HFCs) und Schwefelhexafluorid anstatt des Bezugsjahres 1990 auch das Jahr 1995 wählen dürfen.

Anhand der Angaben in Tabelle 5 soll nun gezeigt werden, welchen Einfluß die Berücksichtigung unterschiedlich vieler Treibhausgase auf die Stabilisierungs- bzw. Reduktionsverpflichtungen ausgewählter Länder haben kann. Die jeweiligen Gase werden durch ihr jeweiliges CO₂-Äquivalent miteinander vergleichbar gemacht. Man betrachtet hierbei das Potential von Emissionen dieser Gase relativ zu CO₂ über einen vorgegebenen Zeithorizont in das Klima einzugreifen (Treibhauspotential, THP). Tabelle 6 zeigt die CO₂-Äquivalente aller im Kioto-Protokoll berücksichtigten Gase. Es wird deutlich, daß eine bestimmte in die Atmosphäre gebrachte Menge Methan über einen Zeithorizont von 100 Jahren 21 mal wirksamer ist als die gleiche Menge CO₂. Noch größer sind die Unterschiede bei den anderen Gasen. Wegen der großen Bandbreite der CO₂-Äquivalente bei den Fluorkohlenwasserstoffen entsteht ein neuer Unsicherheitsfaktor bei der Einschätzung ihrer Klimawirksamkeit, wenn die Emissionsinventare der einzelnen Länder nicht ausreichend aufgeschlüsselt wurden. Schon jetzt gibt es erhebliche Unterschiede bei den Angaben in den einzelnen Nationalberichten und den vom UN Klimasekretariat in Bonn veröffentlichten Werten. Die in diesem Aufsatz benutzten Zahlen entstammen offiziellen UN-Dokumenten.

Tabelle 5: Einfluss der Größe des Treibhausgaskorbes auf die Emissionsentwicklung in ausgewählten Annex I-Ländern.

	Emissionsentwicklung 1990-1995			Anteil von CH ₄ und N ₂ O am Dreierkorb (1990)		Anteil der Fluorkohlenwas- serstoffe und SF ₆ am Sech- serkorb		
	CO ₂	Dreier- korb	Sechser- korb	CH ₄	N ₂ O	1990	1995	2010
USA	5%	5%	6%	11%	2%	1,5%	2,2%	k.A.
Kanada	8%	9%	9%	12%	5%	1,5%	1,4%	2,8%
Neuseeland	7%	0%	5%	47%	19%	1,5%	5,9%	8,8%
Norwegen	7%	6%	1%	18%	9%	8,8%	4,2%	6,5%
Deutschland	-12%	-12%	-11%	10%	6%	0,6%	1,0%	1,5%
Großbritannien	-7%	-9%	-9%	13%	5%	0,6%	0,6%	0,7%
Frankreich	2%	0%	k.A.	13%	11%	1,0%	k.A.	k.A.
Niederlande	9%	8%	10%	11%	8%	4,0%	5,2%	15,8%
Belgien	4%	4%	4%	10%	7%	0,4%	0,8%	k.A.
Schweden	5%	3%	4%	10%	4%	2,0%	2,6%	4,0%
Slowakei	-19%	-21%	-21%	12%	5%	0,7%	0,5%	k.A.

Quelle: Offizielle Dokumente zur Klimarahmenkonvention

Tabelle 6: CO₂-Äquivalente (bezogen auf die emittierten Massen) der im Kioto-Protokoll berücksichtigten Treibhausgase und Treibhausgasgruppen über einen Zeithorizont von 100 Jahren.

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆
CO ₂ -Äquivalent	1	21	310	140-11700	6500-8700	23900

Quelle: IPCC

Von der EU war vor Kioto ein Dreierkorb, bestehend aus den Gasen CO₂, CH₄ und N₂O, in die Verhandlungen eingebracht worden. Der Übergang von der alleinigen Betrachtung der CO₂-Emissionen zu diesem Dreierkorb hat in den meisten Ländern nur geringen Einfluß auf die beobachtete prozentuale Entwicklung der Emissionen von 1990 bis 1995. Allerdings gibt es hier auch Ausnahmen, die jedoch eher die Länder mit ohnehin geringen CO₂-Emissionen betreffen. In Ländern wie Neuseeland oder Irland haben die vor allem durch die Landwirtschaft und hier besonders durch die Tierhaltung bedingten Emissionen von Methan und Distickstoffoxid einen sehr hohen Anteil an den anthropogenen Treibhausgasemissionen. Im Falle Neuseelands ergibt sich für 1995 anstatt eines 7 %igen Anstiegs der CO₂-Emissionen eine Stabilisierung der im Dreierkorb berücksichtigten Gase auf dem Niveau von 1990. Neuseeland befände sich hiermit durchaus auf dem Weg zur Erfüllung seiner Verpflichtungen im Kioto-Protokoll, wenn nicht der darin festgelegte Sechserkorb herangezogen werden müsste, in dem zusätzlich die voll- und teilhalogenierten Fluorkohlenwasserstoffe sowie Schwefelhexafluorid enthalten sind. Unter Berücksichtigung der dadurch hinzukommenden Gase und deren Emissionsentwicklung ergibt sich für Neuseeland wieder eine Zunahme der Treibhausgase um 5 % von 1990 bis 1995.

Der Anteil der Fluorkohlenwasserstoffe und von Schwefelhexafluorid dürfte bei den meisten der Annex I-Länder von 1990 bis 1995 zugenommen haben. Allerdings ist hier die Datenlage noch etwas dürftig. Ebenso mit Vorsicht zu genießen sind sicher die Prognosen der Emissionen dieser Gase bis zum Jahre 2010 (und darüber hinaus). Nichtsdestotrotz erscheint es plausibel, daß die Emissionen der Fluorkohlenwasserstoffe und von Schwefelhexafluorid bis 2010 von ihrem derzeit noch sehr niedrigen Niveau um 50 bis 80 % ansteigen werden. Ihr Anteil am Gesamttreibhauspotential (gebildet aus den Emissionen des Dreierkorbes 1990 und den für 2010 erwarteten Kohlenwasserstoff- und SF₆-Emissionen) bleibt dennoch mit einer Ausnahme unter 10 %, bei den Ländern mit hohen CO₂- und Gesamttreibhausgasemissionswerten Deutschland, Großbritannien und Kanada – für die USA und Japan liegen leider keine Prognosen vor – bleibt der Anteil unter 3 %. Damit dürften sich auch die im vorangegangenen Abschnitt diskutierten Entwicklung CO₂-Emissionen bis 2010 wenig von derjenigen der Gesamttreibhausgasemissionen unterscheiden. Der wichtigste Bereich zur Reduktion und Beschränkung von Treibhausgasemissionen bleibt der Energiesektor mit seinen CO₂- und zum Teil auch CH₄-Emissionen. Das Potential, das die anderen im Kioto-Protokoll berücksichtigten Treibhausgase haben, zur Erfüllung der eingegangenen Verpflichtungen

beitragen zu können, ist dagegen von Land zu Land sehr unterschiedlich einzuschätzen.

Entwicklung der weltweiten CO₂-Emissionen

Abgesehen von den eben grob umrissenen Rahmenbedingungen der Annex I-Länder, ihre Treibhausgasemissionen nach den Vorgaben des Kioto-Protokolls zu reduzieren, bleibt die Frage, wie sich die Emissionen im Rest der Welt entwickeln werden und ob womöglich mit einem weiteren Anstieg der Gesamtemissionen zu rechnen ist, *obwohl* in den Annex I-Ländern die Emissionen gemäß Protokoll um ca. 5 % relativ zu 1990 gesenkt werden. In Tabelle 7 werden die energiebezogenen CO₂-Emissionen für die Jahre 1990 und 2010 basierend auf Abschätzungen der IEA dargestellt. Deutlich zu sehen ist die ungleiche Verteilung der Emissionen im Jahre 1990: 70 % aller energiebedingten CO₂-Emissionen (die Summe beträgt in diesem Jahr 20.762 Mt CO₂) wurden durch die Industrieländer Nordamerikas, der Pazifikregion und Europas (inkl. der Länder Mittel- und Osteuropas/EITs) verursacht. Den Rest teilen sich die bevölkerungsreichsten Regionen der Erde.

Für das Jahr 2010 prognostiziert die Internationale Energieagentur einen Anstieg der globalen CO₂-Emissionen um fast 50 % auf 30.976 Mt CO₂ pro Jahr. Falls man allerdings die Emissionen der Industrieländer, die nach IEA-Einschätzungen ebenfalls um 16 % steigen könnten, auf einen Wert von 5 % unter den Emissionen des Jahres 1990 reduziert, also die Vorgaben des Kioto-Protokolls anwendet, so verringert sich der Anstieg der weltweiten, energiebedingten CO₂-Emissionen auf 35 % und die Summe der Emissionen beträgt nach dieser Abschätzung „nur“ noch 27.923 Mt CO₂. Der Anteil der Industrieländer würde sich auf 50 % der Emissionen verringern, zum größten Einzelmittenten wäre damit China mit 18 % der Gesamtemissionen aufgestiegen. Der Anstieg der Emissionen in China seit 1990 bis zum Jahr 2010 betrüge nach IEA-Schätzungen 113 %. Dies ist allerdings wenig im Vergleich zu anderen Regionen Asiens, insbesondere Südasiens mit Indien, wo der Zuwachs der Emissionen bis 2010 fast 200 % betragen könnte.

Auch wenn nach diesem überproportionalen Anstieg der CO₂-Emissionen in den Entwicklungs- und den Emissionsreduktionen in den Industrieländern die Emissionen beider Teile der Welt angeglichen haben sollten, so klaffen immer noch die pro Kopf Emissionen weit auseinander. Im Jahr 1990 verursachten die Einwohner der Industriestaaten im Mittel knapp 12 t CO₂ pro Kopf und Jahr,

während die pro Kopf Emissionen im Rest der Welt etwa 1,6 t/a betragen. Die Reduktion der Emissionen nach dem Kioto-Protokoll dürfte eine Senkung der mittleren pro Kopf Emissionen in den Industrieländern auf einen Wert um 10 t CO₂/a zur Folge haben, während nach den Prognosen der IEA die pro Kopf Emissionen im Rest der Welt auf 2,5 t CO₂/a ansteigen sollen.

Tabelle 7: Die Entwicklung der weltweiten energiebezogenen CO₂-Emissionen mit und ohne Anwendung des Kioto-Protokolls.

	CO ₂ -Emissionen 1990 in Mt	CO ₂ -Emissionen 2010 in Mt		Prozentuale Entwicklung 1990-2010	
		ohne Kioto-Protokoll	mit Kioto-Protokoll	ohne Kioto-Protokoll	mit Kioto-Protokoll
USA, Kanada	5325	6736	4970	+16%	-5%
Japan, Australien, Neuseeland	1360	1948	1312		
Europa	3439	4027	3198		
Ehem. Ostblock	4415	4154	ca. 4332		
Afrika	640	1260		+97%	
Mittlerer Osten	648	1531		+136%	
China	2373	5062		+113%	
Ostasien	941	2540		+170%	
Süd- und Südostasien	685	2002		+192%	
Süd- und Mittelamerika, Mexiko	936	1716		+83%	
Insgesamt	20762	30976	27923	49%	34%

Quelle: Internationale Energie Agentur (IEA)
Die Länder des ehemaligen Ostblocks enthalten hier auch nicht in Annex I der Klimarahmenkonvention aufgeführte Staaten.

Trotz dieser Zahlen wird es notwendig sein, daß sich in Zukunft auch die Entwicklungsländer stärker um die Beschränkung ihrer Treibhausgasemissionen bemühen müssen.

Wie geht es weiter?

Drei Monate nachdem das Kioto-Protokoll am 11. Dezember 1997 auf der 3. Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen in Kioto verabschiedet worden war liegt das Abkommen nun seit dem 16. März 1998 für ein Jahr zur Unterschrift aus. Die Unterschrift bedeutet für die Staaten zunächst nur die Anerkennung des Abkommens und seines Inhalts, zur Einhaltung der darin enthaltenen Abmachungen verpflichten sie sich erst durch seine Ratifizierung. Das Protokoll kann 90 Tage nach der Ratifizierung durch mindestens 55 Vertragsstaaten in Kraft treten, wobei von den Industriestaaten, die sich im Kioto-Protokoll zu einer Reduktion oder Beschränkung ihrer Treibhausgasemissionen verpflichtet haben, mindestens so viele Staaten ratifiziert haben müssen, daß sie zusammen mindestens 55 % der CO₂-Emissionen der Industriestaaten im Jahr 1990 repräsentieren. Letztere Bedingung soll garantieren daß es durch das Kioto-Protokoll zu einer nennenswerten Reduktion der Treibhausgasemissionen in den Industrieländern kommt, sie bedeutet aber auch, daß das Abkommen durchaus noch scheitern kann, wenn Vertragsstaaten wie die USA, die einen wesentlichen Teil der CO₂-Emissionen der Industrieländer mit verursachen, das Protokoll nicht ratifizieren. Zwar könnte das Protokoll auch ohne Ratifizierung durch die USA in Kraft treten, die Summe der Emissionen weiterer nicht ratifizierender Staaten dürfte dann jedoch 1500 Mt nicht überschreiten.

Wie oben schon angedeutet lässt der Wortlaut des Kioto-Protokolls noch eine Vielzahl von Fragen offen, insbesondere was die genauen Modalitäten des Emission Trading und der Berücksichtigung von Senken angeht. Es wird Aufgabe der Teilnehmer an der 4. Vertragsstaaten Konferenz zur Klimarahmenkonvention im November in Buenos Aires sein, hier eindeutige Regeln auszuhandeln. Zur Vorbereitung werden sich die Nebenorgane zur Klimarahmenkonvention SBSTA und SBI Anfang Juni 1998 in Bonn treffen. Hier dürfte zum ersten mal offenbar werden, wie sich die Vertragsstaaten den weiteren Weg zu einer Ratifizierung und zum Inkrafttreten des Kioto-Protokolls vorstellen.

Was die weitere Zukunft angeht, so müssen auch die Entwicklungs- und Schwellenländer für ihre Treibhausgasemissionen in die Pflicht genommen werden. Die Emissionen dieser Ländergruppe werden vor allem aufgrund des starken Bevölkerungswachstums und des zu erwartenden Wirtschaftswachstums überdurchschnittlich stark ansteigen. Schon im Jahre 2010 könnte sich China zum größten Einzelmittenten noch vor den USA entwickelt haben.



Torsten Fleischer (ITAS)

Nanotechnologie ist seit etwa 2001 ein neuer Untersuchungsgegenstand für Technikfolgenabschätzungen am ITAS. Neben Beiträgen zur Nanotechnologie-Studie des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) waren erste Arbeiten hierzu eingebettet in das Vorhaben der Helmholtz-Gemeinschaft „Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland“. In diesem gehörte die Rolle von Technik, und hier insbesondere von (neuen) Schlüsseltechnologien, zu den wesentlichen Untersuchungsaspekten. Dabei wurden – je nach Reife der Technik – in Bezug auf die Gestaltungsmöglichkeiten von Technik im Hinblick auf Nachhaltigkeit unterschiedliche Zugänge gewählt. Während etwa für regenerative Energietechniken die Frage nach einer politischen Begleitung ihres Markteintrittes diskutiert wurde und für die Grüne Gentechnik die methodische Beurteilung von Chancenbewertungen zur Identifikation von Nachhaltigkeitspotentialen im Mittelpunkt stand, konzentrierte man sich für die noch junge und meistens von einer kommerziellen Nutzung noch weit entfernte Nanotechnologie insbesondere auf Ansätze ihrer nachhaltigkeitsorientierten Gestaltung. Dies zeigt auch nachstehender, dem Abschlussbericht des oben erwähnten „Nachhaltigkeitsprojektes“ entnommener Text, der über die genannten Aspekte hinaus zugleich konzeptionelle und methodische Ansätze für TA zur Nanotechnologie skizziert.

Technikgestaltung für mehr Nachhaltigkeit – Nanotechnologie

Torsten Fleischer

Zuerst erschienen in: Reinhard Coenen, Armin Grunwald (Hrsg.):
Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland – Analyse und Lösungsstrategien.
Berlin: edition sigma, 2003, S. 356-373 (Global zukunftsfähige Entwicklung –
Perspektiven für Deutschland, Bd. 5)

1 Nanotechnologie als Schlüsseltechnologie

Nanotechnologie erfreut sich in den letzten Jahren eines wachsenden forschungspolitischen Interesses und einer regen öffentlichen Aufmerksamkeit. Gründe dafür sind unter anderem die möglich erscheinende Herstellung, Strukturierung und „Manipulation“ von Materialien auf atomarer und molekularer Ebene und damit verbunden die Kontrolle von makroskopischen – ggf. neuen – Funktionalitäten und Produkteigenschaften, neue diagnostische und analytische Fähigkeiten sowie die weitere Miniaturisierung von Komponenten, Produkten und Verfahren bis hin zum Bau von „Nanomaschinen“. Dies ist für Teile von Wissenschaft und Wirtschaft wie auch für potentielle Nutzer so faszinierend, dass der Nanotechnologie von manchen eine epochale Bedeutung (z. B. als Grundlage einer „dritten industriellen Revolution“) zugesprochen wird.

Gemeinhin wird die Geschichte der Nanotechnologie zurückgeführt auf den amerikanischen Physiker Richard Feynman (1918-1988), der am 29. Dezember 1959 in einem Vortrag seine Visionen der Manipulation von Materie auf atomarer Ebene erläuterte. Den Begriff selbst kreierte dann 1974 der Japaner Norio Taniguchi. Er beschrieb Nanotechnologie als

„... production technology to get the extra high accuracy and ultra fine dimensions, i.e. the preciseness and fineness in the order of 1 nm (nanometer), 10^{-9} meter in length“ (Taniguchi 1974).

Was im Einzelnen unter Nanotechnologie¹ verstanden werden soll, ist allerdings bis heute umstritten. Es handelt sich dabei weder im engeren Sinne um *eine* Technik oder eine Gruppe von Techniken, noch können damit in nennenswertem Umfang marktgängige Produkte und Verfahren beschrieben werden. Nanotechnologie ist ein eher forschungspolitisch und forschungsorganisatorisch geprägter Terminus; eine im Wissenschaftsbereich allgemein akzeptierte Definition des Gebietes fehlt bislang.² Wichtige Differenzierungsmerkmale in den verschiedenen Definitionen sind ein unmittelbarer Bezug auf die Größenskala, Verweise auf „neue“ Funktionalitäten als definierendes Moment oder auch die Beschränkung auf bestimmte Materialgruppen. Einige schließen explizit auch noch die Anwendung dieser Techniken mit ein. Unklar bleibt nicht zuletzt die Abgrenzung zu verwandten oder benachbarten Gebieten, wie z. B. der Mikroelektronik und der Festkörperphysik, der Chemie oder der Biotechnologie. Als kleinsten gemeinsamen Nenner könnte man unter „Nanotechnologie“ Techniken für und mit (und manchmal auch noch Wissenschaft von) nanoskaligen Systemen (die in mindestens einer Dimension einen Größenbereich etwa zwischen 1 und 100 nm aufweisen) verstehen, bei denen aus dieser Miniaturisierung neue Effekte und Eigenschaften resultieren und nutzbar gemacht werden.

Nanotechnologie entstammt der Konvergenz von traditionell getrennten wissenschaftlichen Disziplinen und Technikfeldern, deren zentrale Entwicklungsrichtungen beim Übergang in den Nanometerbereich zu überlappen und zu verschmelzen beginnen. Auf der einen Seite gibt es einen andauernden Trend zur Miniaturisierung von Strukturen und Komponenten. Dessen wichtigster Motor war und ist die Elektronikindustrie, die immer mehr elektronische Komponenten auf einem Chip unterzubringen und die entsprechenden Strukturen zu verkleinern

-
- 1 Es erscheint uns wenig sinnvoll, gegen eine in den sprachlichen Alltag eingedrungene Semantik „anschreiben“ zu wollen und vernünftigerweise eher von „Nanotechniken“ zu reden. Wir bleiben im Folgenden bei der eingeführten Terminologie.
 - 2 Als richtungsweisend für die deutsche forschungspolitische Diskussion um die Nanotechnologie gilt „Gegenstand der Nanotechnologie ist die Herstellung, Untersuchung 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 neuer Funktionen, basierend auf neuen physikalisch-chemisch-biologischen Wirkprinzipien, deren Ursachen im sub-mikroskopischen bzw. 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“ (Bachmann 1998).

sucht. Die umfangreichen fertigungstechnischen Erfahrungen mit dem Elektronikmaterial Silizium hat man sich auch für die Herstellung von mikromechanischen Bauteilen auf Silizium-Basis zu Nutze gemacht und daraus zahlreiche Komponenten und Systeme gefertigt. Im Rahmen dieses so genannten „Top-down“-Zugangs (ausgehend von großen zu immer kleineren Strukturen), wie er tendenziell eher von Physikern und Ingenieuren verfolgt wird, verschiebt sich die beherrschte Größenordnung zunehmend in die Nanometerdimension. Dadurch gewonnene Erkenntnisse lieferten vor allem wesentliche Beiträge zur Elektronik, Optoelektronik und Sensorik.

Der gegenläufige Ansatz („bottom up“ – von Atomen und Molekülen zu größeren Einheiten) wird bislang eher durch Chemiker und Biologen vertreten. Hier versucht man, das wachsende Verständnis von sich selbst organisierenden Strukturen und Funktionseinheiten und die gewonnenen Erkenntnisse für technische Fragestellungen, gegenwärtig vornehmlich im Bereich der lebenswissenschaftlichen Forschung und bei der Entwicklung neuer Materialien, zu nutzen. Ein Ziel ist das kontrollierte Erzeugen von komplexen Molekülen. So „gefertigte“ lange Moleküle können als elektrische Leiter dienen. Metallische Inseln, aus einer überschaubaren Anzahl von Metallatomen zu Clustern zusammengefügt, dienen als Transistoren, die sich mit einzelnen Elektronen schalten lassen.

Das bedeutendste Potential für Innovationen aus der Nanowelt wird in der Kombination dieser beiden Entwicklungswege, deren gegenseitiger Befruchtung und entstehenden Synergien gesehen. Dabei geht es nicht einfach darum, „Dinge kleiner zu machen“. Vielmehr soll ein Größenbereich dem aktiven und kontrollierten Zugriff geöffnet und technisch nutzbar gemacht werden, in dem neue, bislang unzugängliche Effekte und Eigenschaften auftreten. Dies erfordert innovationsorientierte Ansätze, die dem interdisziplinären Charakter dieses Technikfeldes Rechnung tragen. Dabei bringt es dessen Inhalt und Breite mit sich, dass der Nanotechnologie *Querschnittscharakter* zuzuschreiben ist. Ihr Anwendungsgebiet beschränkt sich nicht auf bestimmte Industriezweige, sondern sie wird über alle Branchen hinweg Verwendung finden und vielfältige Implikationen für andere Technikfelder mit sich bringen.

Folgende Ansätze für die Analyse von Innovationseffekten durch Nanotechnologie können nach Zeithorizont, Informationsverfügbarkeit und Wirkungspotenzial unterschieden werden: (1) Nanotechnologie als „unterstützende“ Technologie bei Material- und Prozessinnovationen; (2) Nanotechnologie als eine „*enabling*

technology“, bei der in nur wenigen Fällen der Produktbezug unmittelbar erkennbar ist; (3) Nanotechnologie als Voraussetzung für Systeminnovationen (s. Tab. 1).

Tabelle 1: Ansätze für die Analyse von Innovationseffekten durch Nanotechnologie

	Zeit- horizont	Informations- verfügbarkeit	„Wirkungs“- Potenzial	Analytische Vergleichs- basis
I: Nanotechnologie als „unterstützende“ Technologie bei Material- und Prozessinnovationen für existierende bzw. in der Entwicklung befindliche Produkte und technische Systeme	(kurz- und) mittelfristig	qualitativ: gut quantitativ: eingeschränkt	mittel	gut
II: Nanotechnologie als „enabling technology“ für neue Produkte und Verfahren	mittel- bis langfristig	qualitativ: eingeschränkt quantitativ: kaum belastbar	mittel bis hoch	kaum vorhanden
III: Nanotechnologie als Voraussetzung für Systeminnovationen	langfristig	qualitativ: hoch spekulativ quantitativ: keine	hoch	nicht möglich

Auf der Anwendungsseite weist das „Nano“-Feld ein breites Zeitspektrum auf. Bestimmte seit Jahren etablierte Produkte und Prozesse werden heute als nanotechnologisch bezeichnet. Einige nanotechnologiebasierte Produkte und Verfahren sind schon auf dem Markt beziehungsweise befinden sich kurz vor ihrer Einführung (für die folgende Auswahl spielt die Nachhaltigkeitsrelevanz eine wichtige Rolle):

- Nanopartikel – Teilchen in der Größenordnung zwischen 10 und 100 Nanometern – verlieren die typischen Charakteristika kompakter Materie. Es erfolgt ein Übergang zu molekularen oder atomaren Phänomenen, die „ungewöhnliche“ Eigenschaften (elektrische, optische, mechanische etc.) nutzbar machen. Nanopartikel ermöglichen z. B. die kratzfeste, schmutzabweisende,

farbvariable, lichtleitende oder geruchsbindende Beschichtung klassischer Werkstoffe. Sie finden Anwendung in der Kosmetik, beispielsweise als UV-Filterkomponente in Sonnenschutzcremes, in der Pharmazie und der Medizintechnik.

- Nanopartikel aus Kohlenstoff, sog. „carbon black“, finden schon seit geraumer Zeit Anwendung in der Reifenherstellung. Die wichtigsten Produkteigenschaften von Fahrzeugreifen – Fahreigenschaften, Rollwiderstand und Lebensdauer – waren bislang kaum unabhängig voneinander verbesserbar. In jüngster Zeit kommen hierfür industriell in großen Mengen produzierbare nanostrukturierte Rußpartikel mit definierten technischen Eigenschaften zum Einsatz. Dadurch können Reifen hinsichtlich mehrerer Parameter simultan optimiert und beispielsweise verschleißfestere Reifen mit geringerem Rollwiderstand hergestellt werden.
- Katalysatoren für Energiewandlungstechniken und chemische Verfahrenstechniken, etwa zur direkten Erzeugung von Diesel- und Vergaserkraftstoff aus Kohle oder für wirtschaftlicher herzustellende Brennstoffzellen.
- Röhrenförmige Anordnungen erlangten mit der Entdeckung der Kohlenstoff-Nanoröhren 1991 breite Aufmerksamkeit. Gegenwärtig wohl am besten untersucht sind Kohlenstoff-Nanoröhren (Nanotubes), röhrenförmige Kohlenstoffmoleküle, die im einfachsten Fall aus einer einzelnen, zu einem Zylinder zusammengerollten Lage aus Graphit bestehen. Daneben findet man auch Nanoröhren aus ineinandergeschachtelten einlagigen Röhren. Kohlenstoff-Nanoröhren sind extrem stabil und zugleich vergleichsweise leicht, weswegen man sie als „Verstärkungs“-Faser in Verbundwerkstoffen (Kompositen) in Betracht zieht. Zudem sind sie chemisch reaktionsträge und hervorragende Leiter für Wärme. Je nach räumlicher Struktur verhalten sie sich wie ein Metall oder wie ein Halbleiter. Das bedeutet: In einer einzigen Materialklasse sind sämtliche Eigenschaften vereint, die man für die Elektronik braucht, was Nanoröhren zu interessanten Kandidaten für nanoelektronische Bauteile macht.

Der Großteil der Entwicklungen in diesem Technikfeld steht allerdings noch am Anfang. Das Gebiet ist in seiner Breite eher durch Grundlagenarbeiten gekennzeichnet, für die (bestenfalls) grob skizzierte Produkt- und Anwendungsideen existieren. Viele Forschungsergebnisse und -vorhaben sind noch auf der Suche nach vielversprechenden Anwendungen und von einer Kommerzialisierung weit entfernt. In den nächsten Jahren werden Einflüsse der Nanotechnologie wohl vor

allen in den Bereichen Materialien, Elektronik, Optik und Gesundheitsversorgung (Medizintechnik/Pharmazie) bemerkbar sein. Dies sind Branchen, die auf beträchtliche Vorarbeiten zurückgreifen können und in denen man über Erfahrungen mit dem Arbeiten auf der Sub-Mikrometer-Skala und über viele dafür notwendige Werkzeuge verfügt. Zunächst wird Nanotechnologie dazu beitragen, dort bereits existierende Produkte und Verfahren weiter zu verbessern.

2 Nanotechnologie und neue Materialien

Die Entwicklung, Herstellung und Verarbeitung von neuen Werkstoffen und Materialien für innovative Anwendungen hat herausragende Bedeutung für viele Technologiefelder und Wirtschaftsbranchen. Neue Werkstoffe bilden die Grundlage für Weiterentwicklungen in praktisch allen wichtigen Technologiebereichen. Die künftige wirtschaftliche Entwicklung steht in engem Zusammenhang mit Innovationen im Werkstoffbereich (vgl. Socher/Fleischer 1992). Die Herstellung von Werkstoffen und ihre Nutzung in Produkten sind von zentraler Bedeutung für zahlreiche Aktivitäten und von herausragender Relevanz unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten:

- Die Herstellung von Massen-Werkstoffen (etwa Stähle, Aluminum oder Keramiken) sowie die Gewinnung von Rohstoffen dafür sind mit großen Stoffströmen und Energieverbräuchen und häufig mit beträchtlichen ökologischen Lasten verbunden.
- Werkstoffe bestimmen wichtige Design-Parameter weit verbreiteter Techniken mit. Optimierungen von Materialeigenschaften und neue Werkstoffe in heute typischen Anwendungsbereichen können dazu beitragen, ökologische Folgen der Techniknutzung selbst zu mildern. Beispielsweise könnte durch Leichtbau bei Fahrzeugen oder durch bessere Dämmmaterialien im Gebäudebereich eine Reduktion des Energieverbrauchs ohne Komfortverzicht erreicht werden.
- Auch Fortschritte bei Technologien, die nicht auf den ersten Blick mit neuen Werkstoffen in Verbindung gebracht werden, beruhen in erheblichem Maße auf neuen Werkstoffentwicklungen. So machen neue Funktionsmaterialien, z. B. für die Elektronik, neue Produkte oder Technologien überhaupt erst möglich, die ihrerseits beträchtliche ökonomische und, damit verbunden, auch

soziale, institutionelle und ökologische Konsequenzen haben (vgl. Harig/Langenbach 1999).

Ein, vielleicht sogar der Kernbereich der Nanotechnologie ist ihr tief greifender Einfluss auf den Bereich der Materialien und Werkstoffe. Durch das „Eindringen“ von Nanotechnologie in den Bereich der Materialien und Werkstoffe werden Innovations- und Substitutionsprozesse angestoßen, die in ihrer Reichweite bislang kaum überschaubar, aber von z. T. erheblicher technischer, wirtschaftlicher, ökologischer und sozialer Relevanz sind. Hieraus lassen sich beispielsweise folgende Fragestellungen ableiten: Welche „klassischen Materialien“ werden substituiert? Welche Auswirkungen auf den Produktionsprozess sind zu erwarten? Würden dadurch „strukturwandelnde Prozesse“ (etwa eine Schwächung der Metallindustrien zu Gunsten der Chemieindustrie oder auch die Stärkung von Anwenderbranchen) angestoßen? Welche Arbeitsmarkteffekte (Arbeitsplätze, Qualifikationsstruktur) könnten damit verbunden sein? Wie sieht die „ökologische Bilanz“ von nanotechnologiebasierten Materialien aus? Führen verbesserte Produkteigenschaften auch zu geringeren ökologischen Belastungen in der Nutzungsphase? Wie verhalten sich dazu die Aufwendungen (energetisch, stofflich) bei der Materialdarstellung und der Produktfertigung? Entstehen neue Anforderungen für den Umgang mit Produkten aus diesen Materialien nach Ende der Nutzungsphase (Rezyklierung, Verwertung etc.)? Falls ja, wie sehen diesbezügliche Konzepte aus? Sind neue Vorsorgekonzepte (etwa Arbeitsschutz bei Fertigung und Umgang mit nanoskaligen Partikeln sowie Vorkehrungen zur Vermeidung von deren Freisetzung) notwendig und ggf. bereits in der Entwicklung? Wo besteht Forschungs- und ggf. Regelungsbedarf?

Dass die Nutzung von Materialien als Werkstoffe und die damit verbundenen Energie- und Stoffströme zu anthropogenen Eingriffen in Ökosysteme führen können, ist ein naturwissenschaftlich feststellbarer Sachverhalt. Ob solche Veränderungen jedoch positiv oder negativ sind, bedarf einer Bewertung, die letztlich nur auf der Basis gesellschaftlicher Zielvorstellungen getroffen werden kann. Beispielsweise ist bei einem Einsatz der Nanotechnologie zu erwarten, dass sich aus ökologischer Sicht aufgrund der Miniaturisierungstendenzen und Effizienzsteigerungen bei den erstellten Produkten (z. B. Nano-Elektronikbauteile) erhebliche Ressourceneinsparungen ergeben. Auf der anderen Seite kann nicht ausgeschlossen werden, dass eine aufwändige Verfahrenstechnik zur Herstellung der Nano-Produkte mit der Entstehung von zusätzlichen Umweltbelastungen verbun-

den ist. Ebenso könnten die Miniaturisierung, die hohe Integrationsdichte der Produkte oder „maßgeschneiderte“ Materialeigenschaften ein Recycling erschweren. Auch können mit dem Einsatz der Nanotechnologie in lebenden Organismen neuartige ökologische und gesundheitliche Risiken verbunden sein. Eine Untersuchung der ökologischen Nachhaltigkeitsaspekte der Nanotechnologie kommt folglich nicht ohne gesellschaftliche Abwägungsprozesse aus. Hier entsteht zurzeit ein neues Forschungsthema für die Technikfolgenabschätzung.

Belastbare Aussagen zur Nachhaltigkeit, etwa zu Umweltauswirkungen der Nanotechnologie, bedürfen einer Lebenszyklusanalyse entsprechender nanotechnologischer Produkte oder Systeme (vgl. Fleischer/Grunwald 2002). Eine Lebenszyklusanalyse kann sich aber immer nur auf konkrete (geplante oder schon verfügbare) Produkte oder Systeme beziehen. Potenziale und Probleme in Bezug auf Nachhaltigkeit können daher nur bei konkreten Produktinnovationen und deren Nutzung in spezifischen Anwendungsfeldern detaillierter betrachtet werden. Eine pauschale und generalisierte Diskussion von Nachhaltigkeitseffekten der Nanotechnologie und entsprechende Zuschreibungen (der Art: Nanotechnologie ist eine (oder keine) nachhaltige Technologie) sind nicht problemadäquat.

3 Einfluss der Nanotechnologie auf andere Schlüsseltechnologien

Viele Weiterentwicklungen bei bekannten Produkten und Technologien, vor allem aber auch neuartige Produkt- und Prozessinnovationen werden auf nanotechnologiebasierten Materialien, Komponenten oder Verfahren beruhen, ohne dass ihre Verbindung damit immer offensichtlich ist (Nanotechnologie als „enabling technology“). Es werden weniger die Nanomaterialien und -technologien selbst als vielmehr *ihre Nutzung in neuen Produkten oder Technologien und deren Anwendung in bestehenden oder neuen Kontexten* beträchtliche nachhaltigkeitsrelevante Konsequenzen haben. Ausgewählte, sich bereits abzeichnende Anwendungen werden im Folgenden – mit Bezug zu den im Vorhaben bearbeiteten Schlüsseltechnologien und Aktivitätsfeldern – kursorisch betrachtet.

Informations- und Kommunikationstechnik

Eine wichtige Voraussetzung für die heutigen Informations- und Kommunikationstechniken ist die Halbleitertechnik, deren Fortschritte eine permanent weiterentwickelte Elektronik, ihre nahezu ubiquitäre Anwendung und dadurch Ver-

änderungen in beinahe jedem Lebensbereich angestoßen haben. Die Elektronikindustrie ist seit geraumer Zeit der wichtigste Motor eines industriellen Trends zur Miniaturisierung von Strukturen und Komponenten. Dabei verschiebt sich die beherrschte Größenordnung zunehmend in die Nanometerdimension. Über den „konventionellen“ Entwicklungspfad hinaus gibt es im Bereich der IuK-Techniken zahlreiche weitere Entwicklungen, die der Nanotechnologie zugerechnet werden bzw. aus ihr wichtige Impulse erhalten könnten. Solche – eng miteinander verwobene – Ansatzpunkte sind

- die Verwendung neuer Materialien für die Polymer- oder Molekularelektronik wie Nanoröhren, Polymere oder andere organische Substanzen sowie ggf. deren Verbindung mit den „klassischen“ Elektronikmaterialien;
- Fortschritte bei der Strukturierung von klassischen Elektronikmaterialien einschließlich der Weiterentwicklung von (Halbleiter-)Quantenstrukturen;
- neue – konventionelle oder neue Materialien nutzende – Konzepte für Komponenten, beispielsweise neuartige Verfahren und Bauelemente für die Informationsspeicherung (nichtflüchtige magnetoelektronische Arbeitsspeicher, nanomechanische Speichersysteme, Speicherbausteine unter Verwendung von Nanoröhren, holografische Speicher); Anzeigesysteme für die Informationsdarstellung unter Verwendung von Nanoröhren bzw. organischen Materialien oder neue Ansätze für die Informationsverarbeitung und -übertragung (Einklektronentransistoren [SET], optoelektronische Chips);
- neuartige Sensoren (optisch, biologisch, chemisch etc.) und Wandler (bioelektrisch, thermoelektrisch etc.);
- neue Konzepte für informationsverarbeitende Systeme: Quantencomputer, DNA-Computing, Spin-Elektronik, Molecular Computing;
- neue – kostengünstigere oder präzisere – Verfahren für die Herstellung von Elektronik-Strukturen, wie von klassischen Drucktechniken inspirierte Verfahren (soft lithography nanoimprinting) oder solche, die sich Selbstorganisationsphänomene zu Nutze machen (wie die Konstruktion wohl geordneter dünner Halbleiterstrukturen mit Hilfe von Molekülen oder gentechnisch modifizierten Viren).

Neben der Fortsetzung der Miniaturisierungs- und Innovationstrends in den „klassischen Elektronikbereichen“ erschließen sich auch zahlreiche neue Anwendungen für IuK-Techniken. Diese reichen von „Wegwerfelektronik“ für die Wa-

rensicherung oder die Produktidentifikation über die Integration in weitere Bereiche des Alltagslebens („Intelligentes Haus“, Bekleidung [„wearable electronics“], Verkehrstechnik) bis hin zur weitgehenden Integration von physischer und digitaler Welt („pervasive computing“, „ubiquitous computing“, „ambient intelligence“). Die Nachhaltigkeitsrelevanz dieser teils noch utopisch anmutenden Vorstellungen ist gegenwärtig nur spekulativ einzuschätzen. Über die Formulierung von Fragen hinaus, die im weiteren Verlauf der Entwicklung zu beachten wären – z. B. durch eine begleitende Technikfolgenabschätzung –, kann gegenwärtig dazu nichts Belastbares ausgesagt werden.

Biotechnologie einschließlich Gentechnik sowie Medizin

Ein zweites wichtiges, zudem stark im Zentrum öffentlichen Interesses stehendes Themenfeld für die Nanotechnologie ist ihre Anwendung im Bereich der Lebenswissenschaften. Ein Entwicklungsschwerpunkt sind Sensoren für biologische Substanzen und chemische Stoffe sowie deren Kopplung mit informationsübertragenden und -verarbeitenden Systemen (Bio- und Chemosensoren). Sie sind nicht nur als Komponenten von großer Bedeutung, sondern zugleich die Voraussetzung für kostengünstige und weitgehend automatisierte biologisch-chemische Analyse- und Diagnosesysteme. Diese können in der medizinischen Diagnostik zum Aufspüren von Krankheitserregern, zum Erstellen eines genetischen Profils oder zum Biomonitoring, aber auch in der Erforschung biomolekularer Interaktionen eingesetzt werden oder als Schadstoffsensoren in der Umweltanalytik oder als Detektoren für biologische oder chemische Kampfstoffe fungieren. Entsprechende Nutzungen sind auch in der Landwirtschaft oder der Lebensmitteltechnologie, etwa zur Qualitätskontrolle von Nahrungsmitteln denkbar. Ein weiteres Anwendungsgebiet ist die Suche nach neuen Wirkstoffen für Medikamente.

Ein zweiter Schwerpunkt liegt auf der therapeutischen Nutzung. Hier sind es zum einen Verfahren, die es ermöglichen, therapeutische Wirkstoffe präzise an ihr Ziel zu dirigieren („drug targeting“). Dazu werden die Wirkstoffe in Nanopartikel oder -kapseln verpackt, die mit Antikörpern oder anderen Erkennungsmolekülen gekoppelt sind und auf diese Weise die gewünschten Zielzellen finden. Hierzu finden u. a. Dendrimere – verzweigte synthetische Polymere, in deren Hohlräume sich Wirkstoffe einschließen und an deren Ästen sich Pfadfinder-Moleküle anbringen lassen –, aber auch andere funktionalisierte Nanopartikel (Silizium, Fullerene) Verwendung. Für Krebstherapien wird daran gearbeitet, nanoskalige Eisenoxidpartikel in Tumoren einzuspritzen und dann mittels eines magnetischen

Wechselfeldes zu erwärmen, wodurch Tumoren zur Rückbildung angeregt werden könnten. Nanopartikel bestimmter Größe können die Blut-Hirn-Schranke durchdringen und dadurch helfen, eine größere Zahl von Arzneimitteln (wie z. B. Cytostatika, Antibiotika oder Psychopharmaka) mit gewünschter Wirkung im Gehirn in die klinische Anwendung zu überführen, wobei die systemisch verabreichte Dosis deutlich reduziert und so unerwünschte Nebenwirkungen in peripheren Organen verringert oder ausgeschlossen werden könnten.

Biokompatible Oberflächen sind von Bedeutung für Implantate und Prothesen, biozide Oberflächen unterstützen hygienische Maßnahmen im medizinischen Bereich und könnten eine Reduktion von Aufwendungen für chemische und thermische Sterilisation ermöglichen. Die Verknüpfung technischer Systeme mit Organen oder Zellen des menschlichen Körpers, für deren Realisierung nanotechnologischen Verfahren eine wichtige Rolle zukommen wird, ist Voraussetzung für Neuroprothesen, welche die Heilung oder Linderung von bislang nicht zu therapeutierenden Krankheiten oder die (Wieder-)Erlangung von sensorischen Fähigkeiten gestatten sollen.

Unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten stellen sich Fragen vor allem nach den möglichen gesundheitlichen oder sozialen Nebenfolgen dieser Entwicklungen. So sind mögliche unerwünschte biologische Wirkungen von Nanopartikeln noch weitgehend ungeklärt. Bei den humanmedizinischen Anwendungen existieren nicht zu unterschätzende Problempotenziale, sei es durch das Möglichmachen einer weitgehend unkontrollierbaren Erhebung von medizinischen oder genetischen Informationen oder durch Veränderungen im Arzt-Patienten-Verhältnis. Neuroprothesen könnten Möglichkeiten für Anwendungen eröffnen, die eher dem Lifestyle-Bereich zuzurechnen sind oder eine faktische Erweiterung der menschlichen sensorischen Fähigkeiten zum Ziel haben („enhancement“), und die aus ethischer Sicht zumindest diskussionsbedürftig erscheinen. Diese Probleme und ihre Lösung bringen vor allem Anforderungen an die gesellschaftliche Kommunikation über Chancen und Risiken mit sich.

Energietechnik

Zahlreiche neue Techniken der Energieumwandlung und -nutzung haben für ihre technische Realisierbarkeit und ökonomische Wettbewerbsfähigkeit Innovationen bei ausgewählten Schlüsselkomponenten zur Voraussetzung. Auch wird politisch angestrebter Strukturwandel in der Energieversorgung wohl nicht ohne Übergangsstrategien und – damit verbunden – technische Voraussetzungen sowohl für

den Übergang selbst als auch für die Zielstruktur zu haben sein. So würde die Verfügbarkeit von geeigneten Speichertechniken (für elektrische Energie oder für Wasserstoff, evtl. auch für Methan) neue Systeme im Bereich der Elektrizitätsversorgung oder bei Fahrzeugantrieben einer Umsetzung wesentlich näher bringen. Membranen und Katalysatoren in Brennstoffzellen sind wichtige Faktoren in Bezug auf Leistungsfähigkeit und Kosten dieser Technik. Hochtemperaturfeste Materialien und Beschichtungen könnten Wirkungsgrade konventioneller Energiewandler verbessern helfen. All diese Anwendungen sind Ziel von Forschungsarbeiten, die durchaus dem Feld der Nanotechnologie zugerechnet werden.

Gearbeitet wird des Weiteren an neuen Techniken, Sonnenlicht direkt in nutzbare Energieformen zu überführen, etwa durch Nutzung organischer oder nanostrukturierter Materialien und/oder biologischer Prinzipien für neue Solarzellenkonzepte oder durch Photokatalysatoren für die Wasserstoffherzeugung. Auch ökologisch verträgliche katalytische Verfahren zur Umwandlung von Energieträgern, z. B. zur Umwandlung von Kohle in flüssige Kraftstoffe oder zur Extraktion von Wasserstoff aus Synthesegas, sind Gegenstand gegenwärtiger Aktivitäten.

4 Einfluss der Nanotechnologie auf gesellschaftliche Aktivitätsfelder

Neben Innovationen bei den oben genannten – und anderen – Schlüsseltechnologien könnten durch Nanotechnologie auch Innovationen in den untersuchten Aktivitätsfeldern angestoßen werden.

Mobilität und Verkehr

Viele diskutierte Anwendungen der Nutzung in Fahrzeugen umfassen sicherheits- und energieverbrauchsrelevante Entwicklungen, wie z. B. leichtere und auf die Anwendung zugeschnittene Strukturmaterialien für Boden und Karosserie, blendfreie Verglasungen und Beschichtungen zur Erhöhung der Kratzfestigkeit und UV-Resistenz von Lacken und anderen Materialien, etwa von Kunststoffen als Ersatz von Glas für die Scheiben. Weitere Arbeiten sind auf neue Techniken für den Antriebsbereich – von der Brennstoffzellentechnik, neuen Kraftstoffspeichern (s. o.) und effizienteren Schadstofffiltern über Zylinderwand-Beschichtungen und Nanoadditive im Benzin, die den Katalysator überflüssig machen sollen, bis hin zu effizienteren Batterien – gerichtet. Die sich schon vollziehende „Informatisierung“

des Fahrzeugs würde durch nanotechnologie-getriebene Fortschritte bei den Informations- und Kommunikationstechniken sicherlich ebenfalls beeinflusst. Auch Entwicklungen, die eher dem „modischen“ Bereich zuzurechnen sind, wie farbvariable Lackierungen, werden betrieben.

Weitere Ideen sind eher auf den Infrastrukturbereich gerichtet. Dabei liegt auch hier ein Schwerpunkt auf der Informatisierung, der Schaffung einer mit kostengünstigen Sensoren und Informationsübertragungskomponenten ausgerüsteten „intelligenten“ Infrastruktur. Diese sollen den Zustand der Verkehrswege (Vereisung, Nässe, schlechte Sicht etc.) messen und an die Fahrzeugführer weitergeben und so zur Verkehrssicherheit beitragen. Eine netzweite Messung der Verkehrsbelastung von Streckenabschnitten bzw. der Position von Fahrzeugen ist Voraussetzung für wirksame Verkehrsinformations- und Verkehrsmanagementsysteme.

Wohnen und Bauen

Hier konzentrieren sich die möglichen Ansatzpunkte für nanotechnologiebasierte Entwicklungen vor allem auf die nicht streng voneinander zu trennenden drei Felder: neue Materialien und Beschichtungen für Baukörper und Inneneinrichtung, Energieeinsparung und Informatisierung.

Aus erneuerbaren Rohstoffen hergestellte neue Baumaterialien können durch nanotechnologische Verfahren haltbarer und so häufig für mitteleuropäische Anwendungsbedingungen überhaupt erst nutzbar gemacht werden. Beschichtungen erhöhen die Kratzfestigkeit und UV-Resistenz von Oberflächen im Haushaltsbereich; auf physikalischen Effekten beruhende biozide Beschichtungen (z. B. durch SAM-Polymere oder Silber) gestatten hohe Hygienestandards ohne problematische Chemikalien; auf Wänden oder Tapeten aufgebracht modifiziertes Titandioxid wäre aufgrund seiner Kristallstruktur in der Lage, unter der Einwirkung von UV-Strahlung aktive Sauerstoffteilchen zu bilden und dann durch Oxydation die in der Luft enthaltenen Schadstoffe oder Bakterien in ihre Bestandteile zu zerlegen und zu vernichten; selbstreinigende Oberflächen könnten den Reinigungsaufwand für Fassaden, Glasflächen, Sanitärkeramiken und andere Inneneinrichtungen reduzieren helfen.

Neue Energietechniken könnten, da der Wärmebereich der wichtigste Verbrauchssektor bei Haushalten und Kleinverbrauchern ist, eine wichtige Rolle bei der Energieeinsparung spielen. Von Bedeutung sind des Weiteren neue Materialien und Techniken für die Gebäudehülle. Hierbei geht es um „intelligente“ Fassa-

den, die z. B. helfen, den Energieverbrauch für Lüftung, Heizung, Beleuchtung und Kühlung auf ein Minimum zu senken. Ressourcenschonende und kostensparende Gebäude, aber auch neue architektonische Gestaltungswünsche bedingen die Entwicklung anpassungsfähiger und energiesparender Fassadenkonzepte. Neben den Dämmmaterialien sind die Glasflächen von spezifischem Interesse. So arbeitet man an Gläsern, die unterschiedliche Funktionen übernehmen können. Hierzu zählt eine wärme- und helligkeitsabhängige Regelung der Transparenz, um Beschatten oder das einfallende Licht zur Raumheizung nutzen zu können. Auch sollen Gläser direkt heizen und kühlen oder sich ihre Sichtdurchlässigkeit nach Nutzerwünschen steuern lassen können. Einige neue Gläser können sogar nach dem Photovoltaik-Prinzip Elektrizität produzieren. Auch neue Beleuchtungsquellen, etwa auf Basis organischer Leuchtdioden (OLED), oder Lichtleitmaterialien können – neben ihrem gestalterischen Wert – zur Energieeinsparung beitragen.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten ranken sich um „das intelligente Haus“, dessen Realisierung auf zahlreiche im Abschnitt Informations- und Kommunikationstechniken (s. o.) benannte Techniken zurückgreift. Bessere Energienutzung, Erhöhung von Sicherheit, Unterhaltung und Komfort sind die wesentlichen Ziele. [...]

5 Nachhaltigkeit als Leitbild für die Gestaltung der Nanotechnologie?

Angesichts der beschriebenen Offenheit der Entwicklung der Nanotechnologie stellt sich die Frage, ob und inwieweit das Leitbild der Nachhaltigkeit als normative Orientierung für Technikgestaltung dienen kann: Kann man aus dem integrativen Nachhaltigkeitskonzept heraus Konzepte für „lösungsorientierte“ Technikentwicklung und entsprechende Forschungs- und Technikpolitik entwickeln? Aus der Diskussion in der Technik- und Nachhaltigkeitsforschung lassen sich drei – nicht überschneidungsfreie – Ansätze für eine nachhaltigkeitsorientierte Technikgestaltung ableiten:

Substitutiver Ansatz: Entwicklung von Techniken, die in unveränderten oder nur geringfügig modifizierten Nutzungskontexten bestehende Techniken ersetzen und dadurch deren erkannte (hauptsächlich ökologische) Nachhaltigkeitsprobleme verringern. Dieser Ansatz steht ganz in der Tradition von klassischen *Effizienzstrategien*, die auf das Erbringen einer Produktions- oder Dienstleistung mit möglichst geringem Material- und Energieeinsatz zielen.

Problemorientierter Ansatz: Entwicklung von Techniken als Beiträge zur Lösung von als gesellschaftlich relevant identifizierten Problemen. Im Unterschied zum ersten Ansatz ist hiermit eine größere Eingriffstiefe verbunden. Es sollen nicht nur quantitative Reduktionen, sondern vor allem auch weit reichende *qualitative* Veränderungen bei Stoffströmen und Ressourcennutzungen erreicht werden (auch als *Konsistenz* bezeichnet, vgl. Huber 1995). Damit verbunden ist auch der Anspruch der Entwicklung von technischen Lösungen für Nachhaltigkeitsprobleme, für die technische Optionen bislang nicht zur Verfügung standen oder stehen.

Struktureller Ansatz: Die Technikgeschichte zeigt, dass einige technische Entwicklungen eine solche Reichweite aufweisen, dass sie etablierte und gewichtige gesellschaftliche Strukturen (etwa Produktionsweisen oder Wirtschafts- und Sozialstrukturen) umgestalten bzw. eine derartige Umgestaltung unterstützen. Bei neuen Techniken vergleichbarer „Wirkungsmacht“ (wie dies für die Nanotechnologie erwartet wird) könnten die entsprechenden Auswirkungen durchaus mit Nachhaltigkeitskriterien kollidieren. Zu diskutieren ist in diesem Kontext, ob derartige Konsequenzen bereits in frühen Phasen der Technikentwicklung identifizierbar sind, und falls ja, wie ihnen im weiteren Innovationsprozess Rechnung getragen werden kann.

Der erste Punkt wird in der Literatur bereits umfänglich diskutiert. Die funktionsäquivalente Ersetzung vorhandener Technik durch innovative Technik erlaubt wenigstens teilweise eine direkte Übersetzung von Nachhaltigkeitsforderungen in technische Leistungsmerkmale. Wenn funktionsäquivalente technische Systeme beispielsweise mit geringerem Energieverbrauch und niedrigeren schädlichen Emissionen arbeiten, sind sie – ceteris paribus der Funktionsäquivalenz – nachhaltiger als das Vorgängermodell. Eine so eindeutige Aussage ist jedoch häufig nicht möglich. Es ist zu bedenken, dass die Herstellung der neuen Technik mit ökonomischen oder sozialen Belastungen verbunden sein kann, die die ökologischen Gewinne unter einer Gesamt-Nachhaltigkeitsbilanzierung infrage stellen würden. Möglicherweise führen die Effizienzsteigerungen auch zu *neuen* Funktionsanforderungen, welche die angestrebten Vorteile in Bezug auf Nachhaltigkeit zunichte machen können („Rebound-Effekt“, vgl. Halbritter/Fleischer 2002; Jischa 2002). Diese Aspekte und Probleme des substitutiven Ansatzes sind jedoch nicht spezifisch für Nanotechnologie. Die nachfolgenden Ausführungen widmen sich deshalb vor allem den letzteren Ansätzen.

Nanotechnologie befindet sich in vielen Teilgebieten noch in einer frühen Phase ihrer Entwicklung. Grundlagenarbeiten dominieren, Produkt- und Anwen-

dungsideen existieren – wenn überhaupt – erst in groben Umrissen. Forscher, Entwickler und Anwender von nanotechnologischen Produkten und Verfahren stehen gegenwärtig und zukünftig immer wieder vor strategischen Entscheidungen über die Fortführung ihrer Anstrengungen. Unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten ist es entscheidend, dass bei diesen Entscheidungen die Nachhaltigkeitsregeln bzw. entsprechende Konkretisierungen beachtet werden. Dies ist angesichts der Allgemeinheit der Regeln und der Tatsache, dass die Nachhaltigkeitsrelevanz der Nanotechnologie sich nicht allein aus technischen Daten ergibt, sondern durch die Art der Herstellung und Nutzung entsprechender Technik determiniert wird, eine außerordentlich komplexe Aufgabe der Technikfolgenabschätzung (vgl. Fleischer/Grunwald 2002). Zu ihr gehört, Potenziale der Nanotechnologie zur Lösung von Nachhaltigkeitsproblemen zu untersuchen, diesbezügliche Gestaltungs-, Förder- oder Steuerungsmöglichkeiten aufzuzeigen und auf mögliche Risiken für Nachhaltigkeit aufmerksam zu machen. Dies kann dazu dienen, die Entwicklung von nanotechnologiebasierten Produkten und Verfahren stärker im Einklang mit dem Leitbild der Nachhaltigkeit voranzutreiben.

Das – unter hoher Unsicherheit gewonnene – Technikfolgenwissen und seine Bewertung unter Nachhaltigkeitsaspekten sollen Teil der Entscheidungen werden, die bereits am Anfang, nämlich in der Programmatik, im Design oder im Verlauf eines FuE-Projekts getroffen werden. Es sollen Themen und Projektdesigns für Forschung und Entwicklung auf die Nachhaltigkeit der später daraus resultierenden technischen Produkte, Anlagen oder Systeme hin beurteilt werden. Diese Nachhaltigkeitsbewertung muss sich auf die *antizipierten* Folgen der Technik für die Nachhaltigkeit in einem späteren Nutzungskontext und die sich daran noch anschließende Entsorgung erstrecken.

Potenziale und Probleme von Nanomaterialien und -technologien in Bezug auf die Nachhaltigkeitsregeln können, wie gesagt, nur bei konkreten Produkt- und Prozessinnovationen und deren Nutzung in spezifischen Anwendungskontexten detaillierter betrachtet werden. Es können jedoch erste Ansätze für eine Verbindung zwischen Nanotechnologie und Nachhaltigkeitsregeln erarbeitet werden, die zwar keine direkten Rückschlüsse auf konkrete Leistungsmerkmale von Produkten und Verfahren zulassen, aber als Orientierungen für eine nachhaltige Technikentwicklung in diesem Feld dienen können. Dies wird im Folgenden versucht, wobei sich eine Zweiteilung in *substanzielle* Orientierungen für die weitere Technikentwicklung (Welchen nachhaltigkeitsrelevanten Anforderungen soll sie genü-

gen?) und in *prozedurale* Orientierungen (Wie soll der *Prozess* der weiteren Entwicklung gestaltet werden?) anbietet.

Substanzielle Orientierungen

Nachhaltiger Umgang mit Ressourcen: Kommenden Generationen ist die Nutzungsoption für die verschiedenen Rohstoffquellen offen zu halten oder es müssen vergleichbare Optionen für die Bereitstellung der darauf basierenden Produkte oder Dienstleistungen geschaffen werden. Auch wenn Nanotechnologie zunächst eine Verringerung des Einsatzes von Rohstoffen zum Ziel hat, kommen bei vielen Anwendungen oft doch vergleichsweise seltene und nur begrenzt verfügbare Materialien zum Einsatz. Neben der Materialverwendung ist auch der Einsatz von nicht erneuerbaren energetischen Ressourcen zu betrachten, da die Darstellung von vielen in diesem Bereich verwendeten Stoffen, aber auch viele dort genutzte Verfahren und Prozesse energetisch vergleichsweise aufwändig sein können. Zudem sind auch mit der Förderung, Umwandlung und Reststoffbehandlung von Rohstoffen zur stofflichen und energetischen Nutzung zahlreiche ökologische, soziale und ökonomische Folgen verbunden. Verfahren und Produkte sind deshalb so auszulegen, dass sie ein weitmöglichstes Recycling bzw., wenn dieses nicht realisierbar ist, ein Downcycling zulassen. Eine weitgehende Nutzung von prozessbedingten Beiprodukten ist anzustreben. Entwicklungen im Bereich nanotechnologiebasierter Materialien sollten in Bezug auf die Nachhaltigkeitskriterien an die Diskussion im Bereich konventioneller Materialien anschließen. Danach muss jeder einzelne Schritt bei Stoffflüssen, also Exploration, Abbau, Herstellung, Verteilung, Verwendung und Recycling, nicht nur funktionellen und ökonomischen Bedingungen Rechnung tragen, sondern auch ökologische und soziale Nachhaltigkeitsforderungen erfüllen.

Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit: Die Regenerations- und Anpassungsfähigkeit der Umwelt darf durch stoffliche und energiebedingte Emissionen nicht überschritten werden. Gefahren für die menschliche Gesundheit und für Ökosysteme, etwa durch Nanopartikel oder durch die Akkumulation problematischer Schadstoffe, sind zu vermeiden. Dabei sind alle Phasen des Lebenszyklus zu betrachten. Für neue Stoffe oder Stoffkombinationen sind Forschungen zu ihren möglichen Wirkungen auf Mensch und Umwelt durchzuführen.

Freisetzung und Rückholbarkeit: Die Freisetzung von nanotechnologiebasierten Stoffen oder Systemen in die Umwelt darf nur dann stattfinden, wenn dadurch entstehende Gefährdungen ausgeschlossen werden können. Sollten autonom

agierende mikro- oder nanoskopische technische Systeme realisierbar werden, sind darüber hinaus Maßnahmen zu ergreifen, die ihre Überwachung und Rückholbarkeit sicherstellen. Hier kann auf Erfahrungen mit dem Risikomanagement der Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen zurückgegriffen werden.

Fehlertoleranz und Reversibilität: Risiken bei der Herstellung und Nutzung von nanotechnologiebasierten Produkten sowie bei der Anwendung entsprechender Verfahren sind so weit wie möglich zu vermeiden. Unvermeidbare Risiken sind grundsätzlich zu minimieren sowie in ihrer räumlichen und zeitlichen Ausdehnung zu begrenzen. Hierbei sind auch fehlerhaftes Verhalten, unsachgemäße Handhabung oder absichtsvoller Missbrauch angemessen zu berücksichtigen. Irreversible negative Folgen sind zu vermeiden.

Prozedurale Orientierungen

Konflikte zwischen Transparenz und Innovation: Damit das mit der Nanotechnologie verbundene Sach-, Human- und Wissenskapital weiterentwickelt und nutzbar gemacht werden kann, ist eine angemessene Balance zwischen der Transparenz und Verfügbarkeit wissenschaftlich-technischen Wissens über Grundlagen und Verfahren im Bereich der Nanotechniken, Vorkehrungen zur Verhinderung ihres Missbrauchs und Umgang mit Rechten an der Verwertung geistigen Eigentums in diesem Technikfeld anzustreben.

Partizipation: Eine weitere wichtige Rolle in diesem Kontext nimmt die Information der Öffentlichkeit über Entwicklungen, Chancen und Risiken in diesem Technikfeld sowie ihre angemessene Beteiligung an der gesellschaftlichen Meinungsbildung ein.

Reflexivität und Resonanzfähigkeit: Angesichts der erwarteten weitgehenden gesellschaftlichen Folgen der Nutzung der Nanotechnologie fordern die instrumentellen Nachhaltigkeitsregeln zur Reflexivität und Resonanzfähigkeit dazu auf, das Folgenbewusstsein hinsichtlich der Nanotechnologie zu stärken und die gesellschaftlichen Teilsysteme (insbesondere Politik, Wirtschaft und Wissenschaft) hierfür zu sensibilisieren. Transparente Technikfolgenabschätzung als begleitender Prozess der weiteren Entwicklung der Nanotechnologie kann dazu dienen, dies zu erreichen.

Forschungs- und Technikpolitik: Für die Umsetzung des Nachhaltigkeitsleitbildes in der Nanotechnologie kommt auch der Forschungs- und Technikpolitik als einem bedeutenden Leitbildsetzer und Förderer eine wichtige Rolle zu. Als Kriterien für den Entwurf von Forschungsprogrammen sind unter Nachhaltigkeitsas-

pekten vor allem die oben genannten substanziellen Orientierungen sowie das Erfordernis einer Langfrist- und Folgenorientierung zu nennen.

Dies alles eröffnet ein Arbeitsprogramm, das sich mit unterschiedlichen Gewichtungen auf zahlreiche zu vertiefende Einzelfragestellungen konzentrieren muss und regelmäßiger Aktualisierungen und Überarbeitungen bedürfen wird. Eine generalisierte Diskussion von Chancen und Risiken der Nanotechnologie in Bezug auf Nachhaltigkeit (*die* Chancen und Risiken *der* Nanotechnologie) erscheint darum weder geeignet noch machbar.

Literaturverzeichnis

- Bachmann, G. (1998): Innovationsschub aus dem Nanokosmos. VDI-Technologiezentrum Physikalische Technologien. Düsseldorf
- Fleischer, T.; Grunwald, A. (2002): Technikgestaltung für mehr Nachhaltigkeit – Anforderungen an die Technikfolgenabschätzung. In: Grunwald, A. (Hg.): Technikgestaltung für eine nachhaltige Entwicklung. Von konzeptionellen Überlegungen zur konkreten Umsetzung. Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland 4. Berlin, S. 95-146
- Halbritter, G.; Fleischer, T. (2002): Nachhaltige Entwicklung im Verkehr. Mobilität im Spannungsfeld neuer Techniken und Dienste und wachsender Ansprüche der Gesellschaft. In: Grunwald, A. (Hg.): Technikgestaltung für eine nachhaltige Entwicklung. Von konzeptionellen Überlegungen zur konkreten Umsetzung. Berlin
- Harig, H.; Langenbach, C. (Hg.) (1999): Neue Materialien für innovative Produkte. Heidelberg
- Huber, J. (1995): Nachhaltige Entwicklung. Strategien für eine ökologische und soziale Erdpolitik. Berlin
- Jischa, M. F. (2002): Die Perspektive der Ingenieurwissenschaften. In: Grunwald, A. (Hg.): Technikgestaltung für eine nachhaltige Entwicklung. Von konzeptionellen Überlegungen zur konkreten Umsetzung. Berlin
- Socher, M.; Fleischer, T. (1992): Neue Werkstoffe. Politische Herausforderungen und technologische Chancen. TAB-Arbeitsbericht 15. Bonn
- Taniguchi, N. (1974): On the Basic Concept of „NanoTechnology“. Proc. Intl. Conf. Prod. Eng. Tokyo, Part II. Japan Society of Precision Engineering. Tokyo



Torsten Fleischer,
Günter Halbritter (ITAS)

Seit 1995 werden in ITAS verkehrswissenschaftliche Untersuchungen im Auftrag des Deutschen Bundestages und des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) durchgeführt. Zentrale Fragestellungen waren dabei die Bedingungen für einen effektiveren und umweltfreundlicheren Verkehr. Besondere Beachtung fanden die neuen Techniken und Dienste, die sich aus der Anwendung der Informations- und Kommunikationstechniken im Verkehrsbereich ergeben. Diese auch unter dem Namen Verkehrstelematik bekannt gewordenen Konzepte verfügen über erhebliche Effizienzpotentiale, die sich jedoch nur unter einem konsequenten Innovationsmanagement erschließen. Neben Simulationsrechnungen zu den Potenzialen dieser neuen Techniken und Dienste wurden auch vergleichende Untersuchungen zu den Innovationsstrategien verschiedener Länder bei der Einführung der Verkehrstelematik durchgeführt. Diese Untersuchungen zeigten, dass gerade im Bereich der Verkehrstelematik nicht nur die so genannten primären Bedingungen, wie der vorhandene wissenschaftliche und technische Entwicklungsstand eines Landes, für die Technikentwicklung und -umsetzung von Bedeutung sind, sondern auch die so genannten sekundären Bedingungen, d.h. die übergeordneten gesellschaftlichen und staatlichen Rahmenbedingungen. Die erheblichen Unterschiede bei der Einführung neuer Techniken und Dienste waren dann auch Grundlage für die nachfolgende Stellungnahme zu der zur Jahreswende 2003/2004 geführten breiten öffentlichen Diskussion über die Probleme bei der Einführung der LKW-Maut in Deutschland.

Toll Collect: Panne von Industrie und Politik – Innovationspolitische Aspekte der geplanten Einführung eines elektronischen Mautsystems in Deutschland

Torsten Fleischer, Günter Halbritter

Zuerst erschienen in: Internationales Verkehrswesen 56(2004)9, S. 363-366

Bisher wird die an technischen und organisatorischen Problemen gescheiterte Einführung des technisch anspruchsvollen elektronischen Mautsystems Toll Collect¹ in Deutschland vornehmlich als industriepolitische Panne angesehen. Doch sie offenbart auch innovationspolitische Defizite, die in Deutschland vorliegende politische Rahmenbedingungen für die im Augenblick intensiv diskutierten Innovationen betreffen.

Nachfolgend werden innovationspolitische Aspekte der geplanten Einführung eines elektronischen Mautsystems in Deutschland kommentiert. Dies geschieht auf der Grundlage von Erfahrungen aus mehreren vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Forschungsprojekten, die am Institut für Technikfolgenabschätzung (ITAS) des Forschungszentrums Karlsruhe durchgeführt werden und wurden. Die Projekte haben den Vergleich von Innovationsstrategien im Bereich der Verkehrstelematik in verschiedenen Ländern zum Untersuchungsgegenstand (Halbritter, u.a., 1999; Halbritter, u.a., 2002).

Unstrittig ist der eigentliche Grund für die in den Medien als Maut-Desaster beschriebene Technikpanne: eine Fehleinschätzung der Komplexität, die mit der Einführung neuer IuK-Techniken im Rahmen integrativer Konzepte im großtechnischen Maßstab verbunden ist. Dabei ist im Rahmen von Toll Collect im Wesentlichen das organisatorische Problem der Systemintegration von Komponenten zu leisten, deren Basistechniken, wie zum Beispiel GPS und GSM, weitgehend be-

¹ „Toll Collect“ ist ursprünglich lediglich der Name der für den Aufbau und den Betrieb des elektronischen Mauterhebungssystems zuständigen Betreibergesellschaft. Er wird in der öffentlichen Diskussion jedoch oft auch als Synonym für das Erhebungsverfahren eingesetzt. Wir verwenden – auch der besseren Lesbarkeit wegen – den Begriff hier im letztgenannten Sinne.

kannt und erprobt sind. Das Scheitern dieser Systemintegration weist darauf hin, dass in jüngster Vergangenheit die Entwicklung technischer und organisatorischer Kompetenzen, die früher eine besondere Stärke der deutschen Industrie darstellten, hinter ökonomische Prioritätensetzungen zurückgetreten ist. So beklagen heute viele Ingenieure gerade der fortgeschrittenen Altersstufen, dass in den vergangenen Jahren der kreative, gestalterische Einfluss ingenieurwissenschaftlicher Kompetenz zurückgedrängt wurde. Diese Tendenz kennzeichnet besonders auch verkehrstechnische Entwicklungen, nicht zuletzt solche im Bereich der Bahntechnik. Das Tragische an dieser Entwicklung ist, dass bei der Vielzahl der Pannen bei der Einführung neuer Techniken auch die ökonomischen Erwartungen nicht in Erfüllung gingen.

Insgesamt lässt sich in jüngster Vergangenheit die widersprüchliche Entwicklung beobachten, dass einerseits neue technische Produkte, wie Digitalkameras und Mobiltelefone, sich großen Interesses sowohl seitens der breiten Öffentlichkeit als auch der Medien erfreuen. Dem steht jedoch nur ein sehr schwach ausgeprägtes Interesse an den eigentlichen technischen Konzepten gegenüber, die Grundlage für diese neuen Produkte und Dienstleistungen sind. Dies spiegelt sich auch wider in dem schweren Stand, den kompetenter Technikjournalismus in Deutschland besitzt. So war und ist auch die mediale Diskussion im Fall der Lkw-Maut gar nicht von technischen Problemen geprägt, selten ist von ihnen überhaupt die Rede. Vielmehr spielen vornehmlich Spezialfragen der Vertragsgestaltung eine viel bedeutendere Rolle. Auch vom Verkehrsministerium vergebene Beraterverträge zielen dem Vernehmen nach vornehmlich auf rechtliche und wirtschaftliche Fragestellungen und nicht auf die technische Umsetzung von Mautkonzepten. Andernfalls hätten kritische technische Machbarkeitsaspekte zumindest als mögliches Umsetzungsproblem angesprochen werden müssen.

Dieser mangelnde Bezug von Entscheidungsträgern und Multiplikatoren zu den grundsätzlichen Funktionsweisen technischer Konzepte ist auch ein Grund für unrealistische Visionen über deren Leistungsfähigkeit und notwendige Umsetzungszeiträume. Toll Collect ist ein Beispiel für eine solch utopischen Visionen entspringende Überschätzung technischer Systeme. Diese Überschätzung geht sogar soweit, dass in Deutschland, wie das Beispiel von Toll Collect ebenfalls zeigt, verkehrspolitische Überlegungen technischen und industriepolitischen Konzepten untergeordnet werden.

Dies kann in kaum einem anderen Land so deutlich beobachtet werden wie in Deutschland. So besteht seit vielen Jahren bei den großen Parteien Konsens dar-

über, dass der Güterverkehr angemessene Anteile an den Infrastrukturkosten zu tragen hat und dass streckenbezogene Straßen- benutzungsgebühren das geeignete Instrument hierzu seien. Aber anstatt diese Einschätzung schon vor Jahren mit verfügbaren und erprobten terrestrischen Techniken umzusetzen, wird ein „high tech“- Konzept entwickelt, das bezüglich seiner technischen Auslegung – Gebührenabbuchung auch bei hohen Geschwindigkeiten und gleichzeitigem Spurwechsel – für den Lkw-Verkehr absolut überdimensioniert ist. Die Realisierung einer vernünftigen verkehrspolitischen Einsicht muss daher auf die Entwicklung eines überdimensionierten „high tech“-Konzepts warten.

Der Staat als Innovationsmanager?

Sollen infrastrukturbasierte Projekte erfolgversprechend sein, bedürfen sie nicht nur einer konzeptionell-strategischen, sondern auch einer organisatorischen Begleitung durch staatliche Institutionen. Dies ist eine wesentliche Erfahrung aus den oben genannten, vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Forschungsprojekten, die den Vergleich von Innovationsstrategien im Bereich der Verkehrstelematik in verschiedenen Ländern zum Untersuchungsgegenstand haben. Diese Erkenntnis für die Notwendigkeit staatlichen Engagements über vertragsrechtliche Regelungen hinaus findet nicht nur in den USA, sondern auch auf der Ebene der Europäischen Union (EU) und einer Reihe europäischer Staaten, die verkehrstelematische Konzepte entsprechend verkehrspolitischen Strategien teilweise bereits erfolgreich umgesetzt haben, Beachtung. Deutschland hingegen verzichtet bisher auf die Entwicklung verkehrsstrategischer Konzepte zum Einsatz der Verkehrstelematik und hofft auf die Wirkung autonomer Marktmechanismen, ohne dass vorher entsprechende Rahmenbedingungen für einen solchen Markt entwickelt wurden. Dies geschieht auf der Grundlage von Fehlinterpretationen von Konzepten, wie dem der „Public Private Partnership (PPP)“.

Besonders überraschend ist die innovationsstrategische Praxis in den USA. Dem Land, das zumeist als Vorbild für erfolgreiche Innovationsaktivitäten gilt. Im Vergleich zu Deutschland ist dort ein bemerkenswert hohes staatliches Engagement bei der Konzeption und Durchsetzung von Innovationsstrategien im Bereich der Verkehrstelematik, dort ITS (Intelligent Transportation Systems) genannt, festzustellen. Die Entwicklung und der Einsatz der neuen Techniken werden dabei keineswegs der Industrie allein überlassen. Vielmehr fördern staatliche Institutionen nicht nur die Einführung von ITS in einer systematischen und konsequenten

Weise, sondern begleiten diese auch während der Einführungsphase (deployment) und üben einen gezielt lenkenden Einfluss im Hinblick auf die angestrebten Zielvorgaben aus. Man ist geneigt, angesichts des Fördervolumens für nationale ITS-Programme von einem gigantischen staatlichen Technikeinführungsprogramm zu sprechen.

Die Vielzahl staatlicher Aktivitäten in diesem Bereich erweckt den Anschein eines Planungsperfektionismus, bei dem staatlichen Institutionen vornehmlich die Vorgabe der strategischen Ausrichtung zukommt. Insbesondere vier Aspekte kennzeichnen die US-amerikanischen Aktivitäten: So werden von den für die Verkehrspolitik verantwortlichen staatlichen Institutionen nicht nur zukunftsorientierte Programme festgelegt, sondern diese Programme bestimmen auch gesetzliche Regelungen zur Einführung und Umsetzung neuer Techniken und Dienste. Noch konkreter bezüglich der Umsetzung der neuen Techniken und Dienste sind die Vorgaben der so genannten nationalen Architektur. Sie beziehen sich nicht nur auf die Schnittstellenabstimmung verschiedener technischer Einzelmodule, sondern beschreiben grundsätzliche Aspekte und Anforderungen für die Einführung neuer Techniken und Dienste. Schließlich ist das systematische Projektmanagement nicht nur bei der Entwicklung, sondern auch beim Einsatz der neuen Techniken und Dienste in konkreten Anwendungszusammenhängen zu erwähnen.

Um dieses systematische Projektmanagement leisten zu können, wurden in den USA auch institutionelle Voraussetzungen im administrativen Bereich und bei der wissenschaftlichen Begleitung der Programme geschaffen. So wurde im US-Verkehrsministerium (US-DoT) mit dem „Joint Program Office“ eine ressortübergreifende Querschnittsorganisation für die verschiedenen Verkehrsträger betreffenden ITS-spezifischen Fragen eingerichtet und spezielle wissenschaftliche Institutionen wie zum Beispiel das Volpe-Center (Verkehrsforschungszentrum des DoT) mit Begleituntersuchungen beauftragt.

Auch in der EU wurde die Notwendigkeit einer konzeptionellen Gestaltung der Verkehrstelematik im Hinblick auf verkehrs- und umweltpolitische Anforderungen erkannt und umgesetzt. So wurde eine „EURahmenarchitektur“ der Verkehrstelematik entwickelt, die Strukturen, Funktionen und Schnittstellen der neuen Techniken und Dienste beschreibt. Sie soll als Grundlage für die Entwicklung „nationaler Architekturen“ dienen. Ein Großteil der EU-Länder haben dies in Form von „nationalen Plänen“ und „nationalen Architekturen“ bereits umgesetzt beziehungsweise sind dabei, es umzusetzen. In Deutschland wurde von Seiten der Administration bisher jedoch keine Notwendigkeit gesehen, strategische und organisatori-

sche Vorgaben zu machen. Überraschenderweise wird der „Marktoptimismus“ der Politik – neue Techniken habe die Industrie weitgehend allein einzuführen und der Markt werde über Erfolg und Misserfolg entscheiden – in Bezug auf infrastrukturbezogene Techniken auch von vielen Vertretern hier relevanter Wirtschaftszweige eher skeptisch gesehen. Strategische Konzeptionen, die eine Einbettung neuer Techniken in verkehrspolitische Zielstellungen beinhalten, würden zumindest bei infrastrukturbezogenen Techniken ein höheres Maß an Planungssicherheit ermöglichen und so Innovationen eher anstoßen als vom Markt bestimmte Suchprozesse.

Als wir im Jahr 1999 die US-amerikanische Vorgehensweise vor Vertretern des BMBF und des damaligen BMV, heute BMVBW, vorstellten, war der lakonische Kommentar des Vertreters des Verkehrsministeriums zu unseren Ausführungen, eine nationale Architektur werde es in Deutschland nicht geben. Von Seiten der Politik sei alles getan, jetzt sei die Industrie am Zuge und der Markt werde die Einführung der neuen Techniken und Dienste regeln. Eine Einschätzung, die schon deshalb sehr erstaunlich ist, da die USA nicht gerade das Land sind, wo Marktprozesse eine unbedeutende Rolle spielen.

Unterschiedliches Verständnis von „Public Private Partnership“ (PPP)

Die unterschiedliche Einschätzung zur Notwendigkeit staatlichen Engagements bei der Realisierung von Innovationsstrategien wird auch aus der unterschiedlichen Deutung des Begriffs „Public-Private-Partnership (PPP)“ deutlich. Dieser Begriff erfreut sich in Deutschland einer Beliebtheit, die weit über diejenige anderer Anglizismen hinausgeht. Dabei ist jedoch bemerkenswert, dass in den USA ganz andere Vorstellungen über die grundsätzliche Bedeutung und die praktische Realisierung von PPP bestehen als in Deutschland. Dort werden, wie bereits erwähnt, PPP-Projekte im Bereich der Verkehrstelematik vornehmlich auf der Grundlage staatlicher Strategiekonzepte und Programme durchgeführt. Privaten Unternehmen werden im Rahmen der Realisierung dieser Programme klar umrissene Arbeitspakete zugewiesen. Umfangreiche, staatlich koordinierte Evaluationsprogramme begleiten die praktische Umsetzung. Um diese konzeptionellen Arbeiten zu leisten, wurden sowohl der einzelstaatlichen als auch der Bundesadministration entsprechende organisatorische Voraussetzungen geschaffen. Auch stehen, wie be-

reits erwähnt, kompetente Einrichtungen zur wissenschaftlichen Politikberatung für diese komplexen Innovationsstrategien zur Verfügung.

Für mit deutschen Verhältnissen Vertraute erstaunt auch immer wieder die Deutlichkeit, mit der in den Evaluationsberichten die noch vorliegenden Defizite benannt werden. So wird in dem Evaluationsbericht zu einem vom US-Verkehrsministerium (US-DoT) in vier US-Ballungsräumen durchgeführten Projekt zur Einführung von Telematikdiensten klar ausgesprochen, dass bisher kein einziges erfolgreiches PPP-Projekt realisiert werden konnte (US-DOT, 2001).

In Deutschland hingegen wird Innovationsmanagement vornehmlich als Aufgabe der Industrie angesehen. Es wurde zwar eine Reihe von Innovationsbeiräten gegründet. Diese haben jedoch bisher keine wirklich gestaltenden Aktivitäten entfaltet. Im administrativen Bereich auf der Ebene des Bundes werden bestimmte technische Entwicklungslinien im Rahmen von Programmen des BMBF gefördert. Diese werden aber häufig zumindest in der Frühphase unter einseitig industriepolitischen Aspekten ohne Einbeziehung der jeweils verantwortlichen Fachressorts und damit auch ohne frühzeitige Analyse der praktischen Umsetzungsmöglichkeiten vorangetrieben. Dies kann, wie das Beispiel des Magnetschwebebahnsystems Transrapid zeigt, zu erheblichen Problemen führen. Technisch durchaus interessante und vielversprechende Projekte scheitern, weil der Analyse der Umsetzbarkeit und der staatlichen Begleitung der Umsetzung (deployment) nicht frühzeitig der notwendige Stellenwert gegeben wird.

In den angelsächsischen Ländern sind die Förderung von Technikentwicklungen und die Einführung neuer Techniken zumeist Gegenstand der Fachadministrationen. Sie sind dadurch gezwungen, Einführungsstrategien zu entwickeln und entsprechende organisatorische Strukturen aufzubauen, die sich an den spezifischen Bedingungen der Einführung der neuen Techniken zu orientieren haben.

Uneffektiver Innovationsdiskurs

Das Beispiel des Mautsystems Toll Collect zeigt somit auch die erheblichen Auswirkungen, die Defizite im administrativen Bereich haben können. Komplexe Aufgaben wurden auch in diesem Fall als Ganzes an die Industrie übergeben, in der Hoffnung, ihr werde die Realisierung schon gelingen. Die Einführungsstrategie ist dem Einflussbereich von Exekutive und Legislative und damit der politischen Begleitung und Überprüfung weitgehend entzogen. Da weder nationale Programme noch entsprechende Gesetze für die Einführung der neuen Techniken als notwen-

dig erachtet werden, sind diese auch nicht Gegenstand parlamentarischer Beratungen. Ohnehin ist die parlamentarische Arbeit in Deutschland nicht durch innovationspolitische Diskurse oder Initiativen gekennzeichnet, sieht man von wenigen Ausnahmen wie dem Gentechnikgesetz einmal ab. Das Parlament besitzt zwar kompetente Beratungseinrichtungen zur Problematik der Einführung von neuen Technologien. Diese werden aber zumeist zur Beratung über langfristige Entwicklungen und weniger zur unmittelbaren Technikeinführung herangezogen. An dieser Situation ändert auch die vor kurzem initiierte Innovationsdebatte nichts, die bisher in keinem Fall konkret geworden ist oder Visionen derjenigen Innovationen entwickelte, die für die Zukunft von Bedeutung sein sollten, zum Beispiel um die oft geforderte „nachhaltige Entwicklung“ zu befördern. Dieser neuerlich in Deutschland initiierte Innovationsdiskurs – wenn man den Äußerungen der vergangenen Monate diese anspruchsvolle Bezeichnung zuordnen kann – bleibt auch deshalb oberflächlich, da dem mit der Forderung nach Innovationsbereitschaft verbundenen Anspruch an die Politik in Legislative und Exekutive nur unzureichend entsprochen wurde.

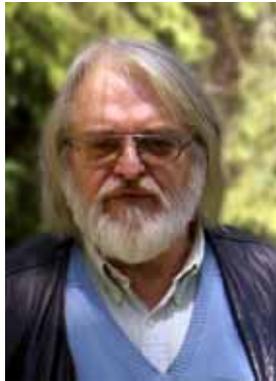
Innovationen sind Umsetzungen technischer und organisatorischer Neuerungen in die gesellschaftliche Praxis. Sie erfordern daher auch entsprechende politische Rahmenbedingungen, um verwirklicht zu werden. Insbesondere die neuen Informations- und Kommunikationstechniken (IuK-Techniken) können ihre Systemvorteile erst dann entfalten, wenn die entsprechenden Bedingungen vorliegen.

Als Fazit bleibt zu betonen, dass es zu einfach wäre, die Panne bei Toll Collect allein der Industrie anzulasten. Ebenso große Versäumnisse sind auch den politisch Verantwortlichen zuzuschreiben. Hier wird zwar gerne von Innovationen gesprochen, aber weder im Ministerialbereich noch im Parlament wurden Strukturen aufgebaut, um den mühsamen Prozess – Innovationsmanagement als Umsetzung technischer Neuerungen in der Gesellschaft – zu begleiten, wie es in anderen Staaten geschieht. Es besteht die Gefahr, dass die am Beispiel Toll Collect deutlich gewordene mangelnde Bereitschaft, technischen Problemen eine entsprechende Bedeutung zuzumessen, zusammen mit dem mangelnden Interesse in der Gesellschaft, technische Probleme bezüglich ihrer Komplexität zur Kenntnis zu nehmen, auch andere Bereiche, wie etwa die Energieversorgung, treffen kann. Dies würde erhebliche Auswirkungen auf unsere technisch-zivilisatorisch geprägte Gesellschaftsstruktur haben. In diesem Sinne kann das Debakel von Toll Collect sogar einen positiven Besinnungsprozess auslösen über die Rolle, die der Tech-

nikentwicklung in der Gesellschaft zukommen sollte und wie diese zu gestalten und begleiten wäre.

Literatur

- Halbritter, G., u.a.*, 1999: Umweltverträgliche Verkehrskonzepte: Entwicklung und Analyse von Optionen zur Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger; in: Beiträge zur Umweltgestaltung A 143; Berlin, 1999
- Halbritter, G., u.a.* 2002: Verkehr in Ballungsräumen: Beiträge von Verkehrstelematiktechniken und -diensten für einen effizienteren und umweltverträglichen Verkehr; in: Beiträge zur Umweltgestaltung A 143; Berlin, 2002
- US-DOT, 2001: Deploying and Operating Integrated Intelligent Transportation Systems, US DOT Pub.Nr.: 13599



Fritz Gloede (ITAS),
Leonhard Hennen
(TAB)



Seit das Konzept der Technikfolgenabschätzung (TA) Ende der 60er Jahre als Technology Assessment das Licht der Welt erblickt hat, gehört „Partizipation an TA“ auf die eine oder andere Weise zu seinen Essentials. Unterstellt man als Kernkonstellation bei TA-Prozessen *ratsuchende Entscheidungsträger* auf der einen und *folgenabschätzende TA-Experten* auf der anderen Seite, dann hieße partizipative TA ganz allgemein, über diese beiden Gruppen hinaus *weitere* Akteure aus Politik, Wirtschaft und Gesellschaft an den TA-Prozessen auf eine näher zu bestimmende Weise zu „beteiligen“.

In der wissenschaftlichen Debatte wie der TA-Praxis der 90er Jahre war jedoch eher *unklarer* geworden, was sinnvollerweise zum begrifflichen Kernbestand von partizipativer TA gehört, welchen Zielen sie dienen soll und schließlich, welche Wirkungen oder Funktionen die praktizierten „Beteiligungsmaßnahmen“ tatsächlich haben.

Unter der Beteiligung von sechs TA-Einrichtungen in Europa wurde daher von 1998 bis 2000 das von der EU geförderte *EUROpTA-Projekt* durchgeführt, das sich die Entwicklung eines theoretischen Rahmens und eines analytischen Konzepts zum Ziel gesetzt hatte, mittels derer ein internationaler empirischer Vergleich der Anwendung partizipativer TA-Methoden ermöglicht werden sollte.

Der nachfolgende Beitrag der beiden ITAS- bzw. TAB-Vertreter des EUROpTA-Projekts präsentiert die Ergebnisse der für die Studie ausgewählten deutschen Fallstudien partizipatorischer TA-Projekte und versucht, allgemeine Schlussfolgerungen aus den Erfahrungen mit ihnen zu ziehen.

A difference that makes a difference? Participatory Technology Assessment in Germany

Fritz Gloede, Leonhard Hennen

Zuerst erschienen in: Joss, S.; Bellucci, S. (Hrsg.): Participatory Technology Assessment. European Perspectives. London: Centre for the Study of Democracy 2002

From the beginning of the 1970s, TA in Germany was taken up as a field of research and policy consulting in several institutions at universities and research centres. For the year 1999, a German TA-database counted 309 institutions that were actively involved in TA of one kind or another, including 155 university institutes, 67 publicly funded (research) institutes, as well as 87 private organisations. Within this diversity, however, there are only a few institutions that are explicitly and exclusively dedicated to TA. These form the core of TA activities in Germany and can be seen as opinion leaders regarding practical, theoretical and methodological issues of TA. Apart from TA units or institutes at national research centres (among which the Institute of Technology Assessment and Systems Analysis – ITAS – at the Research Centre Karlsruhe has been the pioneer of TA in Germany since the early 1970s), the currently most prominent ones were all established in the 1990s: the Office of Technology Assessment at the German Parliament (*Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag*, TAB), which is run by ITAS on behalf of the German Parliament since 1990; the Centre for Technology Assessment in Baden-Württemberg (*Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg*), which was set up by the government of the *Land* Baden-Württemberg in 1995; and the European Academy for the Study of Consequences of Scientific and Technological Advance, established in 1996 by the Federal Ministry of Research.

Participation has been an important issue in TA conceptualisation and methodology in Germany right from the beginning, but it became particularly prominent in the 1990s, at a time when several important TA institutions were set up. Interestingly, however, the participation of stakeholders and lay people has only really been practised as an integral part of TA methodology at the Centre for Technology Assessment in Baden-Württemberg. Whereas the TAB is mainly dedicated to classical policy consulting, while the European Academy focuses on aca-

demia, the Centre for Technology Assessment routinely organises "discourses" (with experts, stakeholders and lay people) within most of its projects. It is thus arguably the most active TA institution as far as participation is concerned.

This is not to say that there have not been any other practical initiatives of public participation concerning technology-related issues. For example, in a number of so-called "planning cells" (*Planungszellen*), which have been used on various occasions in local or regional planning, groups of randomly selected lay people were invited to deliberate on policy issues over a weekend, in order to come up with advice of their own directed at decision-makers (Dienel, 1997). Furthermore, during the 1980s and 1990s several attempts were made at involving lay people and stakeholders in participatory procedures related to political or administrative decision-making at local or regional level. These were mainly related to ongoing technological conflicts, such as waste disposal and waste treatment. These kinds of initiatives mainly drew on models of conflict mediation and, as such, were not usually part of TA projects in the more narrow sense of meaning.

The 1990s experienced something of a „boom“ in participatory TA. Due largely to public controversies on modern biotechnology and political discussions of the German public's reluctance to adopt this new technology, the issue of the involvement of non-experts in technology policy-making and TA gained prominence. Among TA experts and social scientists a more theoretically inspired discussion of the relationship between modern technology, public controversies and technological decision-making focused on the potential of participatory TA as a means of fostering rational decision making (Hennen 1999). The pros and cons of applying the Habermasian concept of discourse ethics to practical attempts of participation in technology assessment became a common point of reference in this discussion (see contributions in: Prittwitz 1996; and Koeberle et al. 1997). Practical initiatives of participatory TA carried out in the 1990s mainly focused on biotechnology. Apart from the two initiatives presented in more detail further below (Discourse on Genetically Modified Plants, Citizens Forum on Biotechnology), a project on risks and safety of biotechnology was carried out by the Office of Technology Assessment at the German Parliament (Gloede 1997); and a discourse procedure on biotechnology involving a broad range of interest groups was held on behalf of the government of the *Land* of Lower Saxony (Saretzki 1995).

More recently, the discussion of participatory TA has somewhat abated. Theoretical discussions appear to have come to some sort of 'settlement' by stating the restricted impacts which projects like that of the discourse project of the Science

Centre in Berlin (see further below) have had on political decision-making, and by rejecting hopes to establish consensus on contested issues through the organisation of discourses among stakeholders. Thus, the discussion has more or less brought participatory TA back to its 'roots' in that participation is understood as a part of the role of TA to generate knowledge on technological issues by referring to different scientific and social perspectives. However, participatory initiatives continue to be held by the Centre for Technology assessment in Baden-Württemberg. Also, at the time of writing, a Danish-style consensus conference on genetic testing was in planning by the Deutsche Hygiene Museum in Dresden, with partial funding from the Federal Ministry of Research.

Citizens' Forum on Biotechnology/Genetic Engineering*

The Citizens' Forum was organised by the Centre for Technology Assessment in Baden Württemberg. In its own words, the Centre's mission is "to point out the opportunities and the possible risks involved in the development and use of technology, and – in a societal discourse – to make alternative courses of action clear" (Self portrayal: www.ta-akademie.de). Constitutionally, the Centre is an independent research institution, headed by a Research Directorate, which is accountable to a Steering Committee. The latter includes: delegates each of the political parties represented in the state legislature of Baden-Württemberg; representatives of six Ministries of the state government; and representatives of business, the churches and trade unions. In keeping with its mandate, the Centre understands TA as a contribution to public discourse. The implementation of TA projects typically comprises the active co-operation with a network of scientific experts, as well as the inclusion of "non-scientific expert opinions" and "societal value judgements" through stakeholder and citizen participation. The Centre's responsibilities include advising politicians as well as furthering public discourse. Its goals and methods reflect, on the one hand, the need of politicians to obtain scientifically well-founded advice on the subject of new technologies in view of their growing importance for regional economic development and, on the other, the acknowledgement of the need to react politically to public controversies on technology.

The arrangement

The Citizens' Forum (see fig. 1) was carried out in the summer of 1995. It consisted of a number of meetings based on the model of the Planning Cell (Dienel, 1997). A special feature of the Citizens' Forum was that it was not carried out as a singular event, but in the form of eight separate forums (each having the same sequence of meetings) that took place in three different cities. Altogether, 194 lay participants were involved. They were given lectures by experts on 'gene technology and agriculture' and 'novel foods', which had been chosen as topics by the organisers. The issue of genetic engineering for medical and pharmaceutical purposes was said to be relatively less controversial in public debate, and was thus omitted. Within the context of the above two topics, an introduction to the scientific and technical basics was given, followed by a discussion of: how to deal with unknown risks during implementation of genetic engineering; the economic importance of genetic engineering in the various fields of application; and the question of the state's role in the development and regulation of genetic engineering (Bürgergutachten 1995, Dokumentation 1996).

The daily agenda of the four day meeting provided for a mixture of lecture, discussion with the speaker, and internal consultation among the citizens. These consultations were organized as small-group discussions (about 5 participants each). In the small groups, for example, a fictitious "hearing" on a deliberate release experiment was prepared and afterwards – again in small groups – an evaluation of the themes discussed was undertaken. A total of 39 small-group discussions were carried out, in which statements (votes) on the various questions were given. The separate statements were not summarised by the participants in the Forum, but were compiled to a Citizens' Assessment by the Centre for TA at the end of the Forum.

The group discussions were opened with a given group assignment (for example, evaluating pre-selected newspaper clippings on the subject of genetic hazards). The organisers put open-ended questions, such as whether dangers for human beings and the environment could arise out of genetic research, and how detailed our knowledge about potential hazards is? Additionally, they put standardised questionnaires with pre-formulated responses, such as 'manipulating transgenic animals which produce medicines: I approve; I do not approve; I approve under the following conditions: ...'. Similar questionnaires were also filled out by individual participants.

Figure 1: Citizens Forum on Biotechnology/Genetic Engineering

Initialisation/ Concept	<p>Initiative by State Government: Exploration of chances for biotechnology in the state of Baden-Württemberg</p> <p>Centre of TA: Development of concept</p> <ul style="list-style-type: none"> - Phase I: expert opinions and expert workshop (What is possible?) - Phase II: stakeholder workshop and Citizens Forum (What is desirable?) <p>Concept approved by the advisory board of the Centre of TA</p>
Selection of Lay People	<p>Randomly selected from registration offices in three cities</p> <p>4000 invitations; a total of 194 citizens willing to take part</p>
Citizens Forum (Summer 1995)	<p><i>8 Forums in the cities of Ulm, Mannheim and Weingarten (around 25 lay persons each)</i></p> <p><i>Program</i> (four days):</p> <ul style="list-style-type: none"> Lectures on genetic engineering (Basic knowledge, chances and risks, regulation) given by the staff of the Centre for TA, by invited experts and stakeholders Discussion in small groups Questionnaires <p><i>Citizens Assessment:</i> summary of the results by the center of TA, approved by lay people</p>
Dissemination of Results	<ul style="list-style-type: none"> Presentation of results at public hearings in the involved cities Presentation at a press conference by representatives of the lay panels Presentation in the state legislature and at a meeting with representatives of state government

The results of this pre-set, structured procedure were made public in the form of a document which was given the name 'Citizens' Assessment' (*Bürgergutachten*, 1995). Besides an outline of the Forum's program, it includes the evaluation of the Citizens' Forums, which was carried out by the Centre for TA together with the Forum delegates. The Citizens' Assessment, as the Centre for TA intended, was supposed to address itself to the general public as well as to deciders in politics. It was seen by the Centre for TA as a decision support to supplement the experts' statements on the opportunities which genetic engineering offers for the *Land* Baden-Württemberg that had been gathered in the first project phase. The judgement of the citizens differs according to the goal and field of application of genetic engineering. Whereas the use of genetic engineering for medical purposes is seen positively, the use of genetic engineering in animal husbandry was rejected by a majority of participants, because they saw neither advantages nor a demand. With regard to the application of GMO's in the field of plant cultivation, the citizens distinguish between different goals. Breeding of plants in order to gain energy and raw materials for industry was advocated. The suggested goals, "Improvement of Food Quality", "Yield Enhancement", and "Resistance to Pathogenic Agents and Herbicides" were rejected. A majority of the lay people demanded that production and sale of genetically-manipulated food products be forbidden. 87 % were in favour of a general labelling obligation. The federal government should exert a strict controlling function over genetic engineering. It should avert dangers without risking future benefits. This also means encouraging alternatives to genetic engineering.

The following two points need to be considered when trying to assess the role of the Citizens' Forum.

Societal and Political Context

The first concerns the initiative's social and political contexts. When the forum was carried out, the focus of public discussion and technology policy had shifted. Biotechnology had entered the commercialisation phase. A number of newly established research centres and large firms had been engaged in the search for markets for newly developed biotechnology products, and the government was beginning to give up its passive, more reflective stance on risk issues and issues of regulation for a more active role: the development of markets, and the fostering of the industrial potential of genetic engineering. The aim was to improve the competitiveness of Germany's scientific research and economy. Biotechnology gained

support by the federal government and also by the state government of Baden-Württemberg. Several programmes were initiated in order to promote new genetic industries.

In contrast to earlier debates on regulation (in the 1980s), environmental interest organisations had no great influence on politics in this phase of development; they gradually changed their position on genetic engineering from categorical rejection to a more differentiated standpoint.

After the establishment of the genetic engineering law in 1990 and an amendment of the law in 1993 (which partially lowered the legal barriers to research and development of genetically modified organisms), the vivid public debate on risks of genetic engineering, which had been broadly covered by the media, abated somewhat. Debate mainly went on in a 'sub-public' of critical experts and environmental groups.

From the early 1990s onwards, public debate on technology policy was dominated by the so called 'industrial location debate', whereby biotechnology was seen as an important corner stone of the future development of industry in Germany. A panel of experts on technological issues, the so-called 'Technology Council' (*Technologieirat*) was established. It discussed, amongst others, genetic engineering, stressing its economic potential for Germany and identifying a lack of public acceptance as a main problem for future developments. The Council recommended that this lack of public acceptance be tackled by an active promotion of public understanding of genetic engineering by government authorities and industries.

In this situation, the opportunities of the Citizens' Forum to influence or inform decision-making were restricted, because decisions on the central subject of the Forum – namely risk and safety – had already been settled. The public debate on genetic engineering and biotechnology was going on, but the process of political decision making already had come to a definite result: the genetic engineering law, which just had been amended and which was not a subject of political discussion at the time when the Citizens' Forum took place.

The mission and the design of the Citizens' Forum was obviously influenced by the fact that the political discussion at that time was dominated by the industrial location issue and by efforts of the political system to promote biotechnology industries as a means of fostering Germany's economic position, as well as by the tendency to see a lack of public acceptance of genetic engineering as a main obstacle in reaching this goal. This is illustrated by the following second point.

Citizens Forum as an adjunct to industrial policy?

The “Citizens’ Forum” was part of a wider, comprehensive project called “Biotechnology and Genetic Engineering as a Basis for New Industries in Baden-Württemberg”. This project was initiated by the Centre for TA following a proposal by the state government of Baden-Württemberg’s Ministry for Research, Trade and Environment. Its overall objective was to investigate Baden-Württemberg’s potential and opportunities in the field of biotechnology. The Centre for TA submitted a concept to its Advisory Council. The concept’s first phase focused on “realistically determining the potentials of biotechnology in research and development as well as possible fields of application” (*Bürgergutachten* 1995: 1). Its question ‘what is possible?’ was directed to research, while the question ‘what is practicable?’ was directed to business. The third question, ‘what is desirable?’, was assigned to be dealt with in two dialogue-workshops with representatives of societal interest groups as well as in the Citizens’ Forum with the lay panellists at its centre.

In the first Phase of the project assignments for a total of 15 expert opinions were given, which examined in detail the state of the art and the perspectives for genetic engineering in the emerging fields of application, as well as the general legal and economic framework. The results of these expert statements were evaluated during an expert workshop. Discussion of the hazards of genetic research was intentionally omitted here, because – in the project leader’s opinion – it had already been discussed sufficiently elsewhere. Among the experts chosen, there were no exponents of a position explicitly critical of genetic engineering. In the final report on this phase of the project the verbatim opinions of research scientists and (prospective) users – in other words, the persons chosen to staff the workshop – came through undiluted (over-regulation in Germany, too little acceptance, not enough support) (von Schell/Mohr 1995).

The design of this part of the project led to criticism e.g. from environmental groups. In a statement printed in the final report of the project, an environmental group criticised that in this project the prime concern wasn’t a critical assessment of technology, but a “maximization of economic gains”, because the question of environmental impact had been completely neglected (Faigle/Dölle 1995: 44). The omission of the risk issue for the first expert phase of the project was justified by the organisers with the argument that the first phase of the project should aim at “objective rationality, willingness to learn and to come to an agreement, openness, and consensus” (von Schell/Mohr 1995). It can be seen as a major problem of the Citizens’ Forum that, at least implicitly, criticism of genetic engineering by groups,

such as environmentalists, is brought into disrepute as being lacking in objective rationality. The societal value judgement is separated from the “genuine” scientific discussion, and simultaneously, the discussion of genetic engineering’s potentials from that of its risks.

Impacts

The Centre's evaluation report of the lay participants' assessment was presented to the public in 1995 in the three cities where the Forum had taken place. Around 10 - 15 % of the lay people involved were present at this presentation, as were city representatives, journalists from regional newspapers and, in some cases, the local representatives in the state legislature and in the Federal Parliament (*Bundestag*). The citizens involved took this opportunity to reiterate their demands on the politicians present to take the results of the Citizens' Assessment seriously. The results of the Citizens' Forums were also presented at a meeting in the Baden-Württemberg state legislature and at a meeting with representatives of several ministries (the “client” of the project). Furthermore, a formal public presentation was hosted by the Centre for TA in co-operation with the magazine *Bild der Wissenschaft*. The results of the Citizens' Forums have not been presented to the Centre for TA's Advisory Council, in contrast to those of the project's first phase. At the presentation in the state legislature, the “subtle differentiation” of the participants' opinions was acknowledged by the representatives present. The question of labelling genetically engineered food products stood in the centre of interest. Some parliamentarians, however, questioned the “representativity” of the Forum.

A formal connection between the Citizens' Forum and the process of policy-making existed in so far as it was commissioned by state government officials, and that the results were published in the form of a report and by means of presentations addressed to these officials. A transmission of the Forum's results into processes of political decision-making was, however, not discernible.

According to the project leader's information, a reference was made to the results of the Citizens' Forum and to the related demand for labelling genetically engineered food products in a subsequent debate on the subject of “Novel Food” in the state legislature. The project leader stated that one result of the Citizens' Forums might be that the state government and its representatives in the Centre's Advisory Council are now better aware of this model of public participation, and have a more positive attitude toward it. The state government has taken up contact with the Centre for TA and has expressed its interest in organizing more Citi-

zens' Forums. The project leader came – in a self-critical reflection of the procedure – to the conclusion that the first phase of the project (benefits of genetic engineering) resulted in a rather moderate and reasonable, qualifying estimation of the economic advantages of genetic engineering, other than the often exaggerated expectations which circulated during the (Industrial-) “Location Debate”. This, however, had no effect on the state government’s policy. The founding of a “Biotechnology Agency” for Baden-Württemberg can – at least partially – be seen as a reaction to the results of the project’s first phase. The Agency’s purpose is to concern itself with increased support for founding new businesses, improved research and development co-operation, and promoting the establishment of information- and advice-centres. But its responsibilities also include tackling the so called acceptance problem. For the Citizens’ Forums, no comparable effect on politics could be ascertained.

The local and regional newspapers reported in great detail about the individual Citizens’ Forums. The emphasis of their reporting was laid on “participation”. The novel fact that citizens are heard on the subject of regulation of genetic engineering was acknowledged. The results of the assessment also featured prominently; above all, the demand for labelling genetically manipulated food products. Besides the regional reporting, long articles on the Forums also appeared in the *VDI-Nachrichten* (*VDI-News*; *VDI: Verband Deutscher Ingenieure*: Society of German Engineers) and in the *TAZ* (*Die Tageszeitung*; a left-alternative daily newspaper in Berlin). In the *VDI-News*, the balanced judgements of the Citizens’ Assessment were put in the foreground. The participants had, above all, acknowledged the usefulness of the respective application, and then differentiated between possible uses of genetic engineering which were to be rejected, and those which could be accepted. The article in the *TAZ* took a critical view of the question of the political effects of the Forums. The concept of the project as a whole was criticized: the focus lay almost entirely on the economic advantages of genetic engineering (implicit slant: the intention is the promotion of acceptance). The Centre’s director responsible for the first phase of the project is quoted with regard to the motto of the first (experts’-) project phase, “A Chance For New Industries?” with the words: “The most important news first: we could erase the question mark.”

Conclusion

Due to the aforementioned development of public debate and governmental policy in the field of biotechnology, as a result of which relevant decisions already had been taken, it is not a surprise that impacts of the arrangement on the public discourse and on political decision making – even if the problem of measurement of impacts must be taken into account – are not visible. Not targeted to an actual decision making process, the acknowledgement of the Citizens' Forum's results is scarce. It seems that the Forum as such (the procedure of involving lay people) was mainly referred to in the media and by representatives of the government. This might be due to the fact, that giving lay people a say in technology policy debates is unusual in Germany and that the government experienced the procedure as such as a means to show their willingness to hear the voice of the public.

Discourse on genetically modified herbicide resistant crops*

“The so-called consensus theory is an invention of people who are all gifted polemicists. They link their desire for general agreement with the threat to label those opposed to them as malicious or foolish. Nowadays, we need to be doubly on our guard when we hear the resounding call for consensus. (...) What then happens should not be simply tolerated: the acceptance that was tacitly demanded before is now called for explicitly.” (Konrad Adam, FAZ 24.5.91)

In contrast to the social debate on genetic engineering, which goes beyond specific technological aspects to include general problems of industrialisation and technology development, the controversy on appropriate government control of the use of genetic engineering centres on the avoidance of dangers and provision for risk required by law. Biological risks of genetic engineering and measures to ensure biological safety are central to the protection of classic targets of legislation such as life, health, public safety and the environment. The discrepancy between far-reaching expectations and fears in the social debate on genetic engineering and the extensive limitation of government control of technology to safety considerations have led to increased expectations for TA on genetic engineering. Given the current state of the debate in a context of expanding use of genetic engineering, it has been variously assumed that the period of fundamental controversy is past. The original polarisation between fundamental support and opposition has, it was claimed, diminished to disputes over *specific* applications, so that the im-

portant thing now is to carry out concrete TA studies on specific fields of application.

As a result of such considerations the TA project on herbicide resistance of cultivated plants through genetic engineering was, in a manner of speaking, at the crest of the wave. It appeared to be both an expression of, and the drive for, an increasingly objective (meaning 'neutral' and 'rational' as well) debate dating back almost 20 years. However, the controversy about the amended law on genetic engineering that was passed in 1993 shows that the "objective" label was somewhat premature. Proponents and opponents of genetic engineering and its "deregulation" both showed an impressive tendency to emotionalise and moralise – stating clearly the difficulties to divide between scientific arguing and political pleading when vital interests are at stake. Only shortly after the act came into force, the Frankfurter Allgemeine Zeitung (FAZ) newspaper wrote that "the battle about playing around with genes" had quietened but the Opposition remained. Here again, the course of the "HR project" provided confirmation.

The "HR-project"

Between 1991 and 1993 the TA-discourse on genetically modified herbicide resistant crops was organized by Professor van den Daele at the Wissenschaftszentrum Berlin (WZB), the biggest public institution for social research in Germany, in cooperation with Professor Pühler, Institute for Genetics of the University of Bielefeld and Professor Sukopp, Institute for Ecology of the Technical University of Berlin. Financial support was provided by the German Ministry for Research and Technology. The approach taken in this TA was based on the assumption that TA should *not merely* be a forum of experts at which the state of knowledge on the possible consequences of a technology is presented and evaluated. *In addition*, it was claimed that this TA process should be a discourse "arena", in which the social conflicts related to the introduction of a new technology can be articulated and discussed in exemplary manner.

At a first glance, the HR project was indeed set up as discursive TA: there was to be neither any scientifically imposed restriction on the production of scientific opinions nor any normative restriction to controversial claims for specific decisions (van den Daele 1991). The TA procedure was planned to be a "discourse arena, reflecting the range of social conflicts involved in genetic engineering" (van den Daele 1991, p. 39). The choice of participants was viewed accordingly. Instead of democratic political criteria for participation, use was made of discourse-

theoretic criteria; an attempt was made at qualitative representation of the debating positions in the specific area of conflict, in both socio-political and scientific terms (van den Daele 1991).

Participants were selected so as to reflect all the interests and the positions of the on-going political conflicts over new technology and to include the declared advocates and critics (representatives of industry and environmental groups) of the technology under consideration. "The TA procedure was organised as a social process of ongoing communication amongst those present, in order to guarantee a dialogue between representatives of controversial positions" (van den Daele 1995, p. 63). The procedure included a series of conferences, where the participants defined the scope of the study, discussed the results of 20 expert reports as well as any conclusions to be drawn from the reports (s. Fig. 2).

As the practical implementation of the TA project itself has shown, the selection criteria were relatively uncontroversial. Ultimately, the basic principles of the planned approach satisfied discursive requirements, as the participants in the HR project were themselves able to bear influence on *how* the issues and the rules for tackling them were formulated (van den Daele/Pühler/Sukopp 1990). Primarily this was achieved by setting up a small Coordinating Committee during the first conference, including three people from each of the "sides" included in the process (representatives of the regulating authorities, the industry and the environmental associations), as well as the three organisers.

Furthermore all areas of investigation were covered by experts from the relevant disciplines. So the total number of discourse participants varied between 48 and 60 during a 3-year-period.

As a result, a broad spectrum of the problems of modern technology development was considered, e.g.:

- the possible risks of transgenic plants,
- the toxicological and ecological effects of the use of non-selective herbicides,
- the future of genetic resources,
- the advantages and disadvantages for farming,
- economic and agricultural implications,
- the long-term safeguarding of world food supplies,
- the ethics of plant manipulation.

Figure 2: Discourse on genetically modified herbicide resistant crops

Initialisation/ Concept	<p>Initiative by Scientific Institutions: Discourse on the implications of cultivating herbicide resistant crops</p> <p>Wissenschaftszentrum Berlin/University of Bielefeld/Technical University of Berlin: Development of concept since 1989, development of a proposal for the Start Up Conference in 1991 over 8 months in advance</p> <p>Co-operation between Social Science, Ecology and Molecular Biology, communication with external experts and stakeholders</p> <p>Concept approved/funded by the German Ministry of Research and Technoloy in 1990</p>
Selection of Participants	<p>Selected by "expert judgement" with regard to the societal conflict arena: between 48 and 60 representatives of regulatory authorities, research institutes, environmental and consumer associations as well as agricultural associations (NGOs), industry and trade associations (number varying within the 3 years of durance)</p>
HR-Discourse (1991-1993)	<p><i>Two Two-Day-Evaluation-Conferences:</i> First conference in 1991, Second and final conference in 1993</p> <p><i>Issuing a series of expert reports on numerous aspects of herbicide resistance technology:</i> Final determination of topics as well as of the scenarios to be considered in these reports after the first conference</p> <p><i>Three One-Day-Preparation-Workshops (1992):</i> Discussion of expert reports</p> <p><i>Coordinating Committee:</i> consisting of the 3 organisers plus 9 representatives of participants (3 from each "side" - authorities, industry and environmentalists)</p>
Dissemination of Results	<p>Publication of the <i>expert reports</i> as WZB-reports, publication of <i>final considerations and evaluations</i> by the discourse organisers (reflecting the discussions throughout the whole process) as WZB-report and as a book-publication, numerous <i>scientific contributions</i> by organisers and participants in a variety of journals. Relatively sparse <i>media coverage</i>.</p>

The overall orientation of the HR-discourse remained “technology induced” though.

Besides holding the discourse on HR technology itself, another primary goal of the project was the accompanying impact study on the project carried out by WZB. This study focussing on “how perceptions of problems, arguments and patterns of conflict change under the influence of TA” (van den Daele/Pühler/Sukopp 1990) already had a pathway marked out for it, as it was seen as an overall goal of the discourse project that approaches were to be sought which avoided both simple adaptation to innovative competition proceeding at its own pace, and also an unproductive block on further development. The accompanying research was guided by the hypothesis that objective rationality in dealing with HR plants was best reached through the social dimension (discursive processes). Scientific ambivalence would have to be “bridged socially, i.e. through consensus” (loc. dt., p. 14).

The contents of the TA-procedure were largely determined by the subjects of the 20 expert reports which afterwards were published by the WZB Berlin. The organizers of the discourse recognized a tendency in discussions of the expertises to concentrate on the assessment of (environmental) risks of genetically modified crops in the sense of a kind of prior regulative approval for submission on the market. Thus the discourse concentrated on possible damages caused by the HR-crops and neglected or ruled out a trade-of of chances and risks as well as wider aspects such as problems of further industrialisation of agriculture, which might be induced by HR-crops.

At the beginning of the final conference in June 1993, the environmental associations announced their withdrawal from the procedure stating that the technology-induced approach of the TA-discourse had hindered a proper assessment of the HR-technology (AbL 1993). The environmental groups instead of this played for a problem-related approach including the assessment of the need for HR-crops and of agricultural alternatives to HR-crops. Besides this they criticised the conclusion drawn by the organisers from the discursive risk-assessment to be biased. The conclusion drawn by the organisers has been that the discourse procedure did proof that there is no substantial argument for HR-GMOs bearing particular risks (connected to the genetic-modification) that are different to risks inherent to traditional techniques of plant breeding.

The first conclusions on the operation of discursive TA processes drawn from the HR-discourse had been produced with a significant amount of sociological terminology (Bora 1993; Bora/Döbert 1993). The formal stocktaking was a sober review of the initial hypothesis. It was claimed that the discourse indeed had forced the participants to stick to “objective-rational” argumentation at the costs of strategic and “political” arguments. Thus the outcome of the discourse (as seen by the organisers): “There are no particular risks of genetically modified crops” could be regarded as “rationally proofed”. However, a consensus has not been achieved. So the political core seemed to be disappointment at the political failure of a strategy of conflict resolution (van den Daele 1994).

In contrast, the thesis advanced here is that the execution of the HR project involved a *confrontation of two incompatible sets of TA expectations* for which the “disursive” approach constituted a flimsy bridge.

Discussion

At the second, the sociological, glance, the withdrawal of the environmental associations need not inevitably be interpreted as the failure of “*gains in rationality*” intrinsic in the process, nevertheless, it can certainly be seen as the failure of the “*intrusion*” of the “*rational*” result into the initial social conflicts. Nor is it necessarily adequate to draw the conclusion of the WZB-working group – namely that the environmental associations by their withdrawal tried to avoid their argumentative defeat. Instead, it could be claimed that overall the project was characterised by the conflict between a *strategic TA concept* and a *democratic one*, which coincides (and not accidentally) with the fronts in the conflict over genetic engineering itself.

As representatives of a democratic TA concept, the spokespeople of the environmental groups have stated their position clearly (Gill 1991; Kiper 1993). The intention here was for “participatory TA” to influence explicitly the shaping of technology, in other words decision-making. Following this line, a point considered right at the start of the process was whether the participatory inputs required were compatible with the identifiable political return (Gill 1991) – a legitimate tactical calculation, which was also related to the special conditions for participation by the organisations represented.

Participation by industry and government agencies will presumably also have faced a reflection on the reasons and interests that should lay behind their participation in such a process. Considerations of this kind are inevitable, and are not dependent on whether the process concerned is organised by political and administrative decision-makers or a discursive TA programme remote from the decision-making process. These groups of participants may be presumed to be representatives of a strategic TA concept, on the basis of a classification made by Bora and Döbert in the light of the “discourse” typology they constructed (i.e. competitive rationalities of an expertise oriented vs. a policy oriented TA concept). According to this, the participants from industry and government agencies should be generally viewed as supporters of HR technology, who also support technological and scientific and process-related standards of cooperation in the TA process with the goal of achieving cognitive preparation for political decisions (Bora/Döbert 1993, p. 90). None of these participants is an adherent of a democratic TA concept directly related to decision-making. Indeed, how could it be otherwise with those who *already make* the decisions?

Restrictions on the “freedom of action” of industry or government agencies would have removed the “transactional basis” of the TA process, as one of the organisers would put it (cf. van den Daele 1995). The non-binding nature of participation was also signalled by the fact that government agency representatives were not officially sent. In the context of prevailing law of genetic engineering, the limitation to “information orientation” sought here not only has restrictive implications for the functions of the TA process in “acting as a forum for technological policy conflict” – it must also be seen as a *political* preference. This is because the existing structures of technology regulation are excluded not only from decision-making via TA but ultimately also as discursive issues. Seen in this light, the orientation towards “a scientific type of discourse” is just as political as the “political type of discourse”.

While the organisers of the HR project initially appeared to be representatives of a discursive view of TA, and this in many ways shaped the structures, it can be shown that the organisers were already involved in programmatic contradictions between a strategic and discursive concept whose elimination in practice actually led to a strategic orientation.

Impacts

Although the finally found result, according to which there are no *specific* risks when genetically modified crops plants are released, was welcomed by several prominent administrative as well as scientific speakers for quite a while, the societal resonance of outcomes remained rather small. Also, the media coverage of project results seemed to be sparse (there has been no systematic analysis concerning media coverage though). Only some German quality papers reported repeatedly. This fact might primarily be due to the demanding and complex proceedings of the project. Besides that it could reflect the given regulatory situation in which the HR-discourse was by no means related to any relevant political decision.

Seen from the present state in the use of gene technology (not only) in Germany one could speculate though that the message distributed by the herbicide resistance discourse has had long term and rather sub-cutaneous effects. Besides the field of cloning and using human embryos the debate on medical and agricultural use of GMOs indeed seems to be “normalised” (c.f. van den Daele 2000). Not even the German Greens longer oppose to this branch of “business as usual” while questioning its social benefits and risks is still subject to a considerable amount of research. In this respect one of the environmentalists could still have proven right when he claimed in the very beginning of the HR-discourse that the participating environmental associations would loose anyway – either in terms of missing influence or in terms of loosing a battle in the discourse arena.

Conclusions

Either of the discussed case studies highlight the relation of the participatory arrangement to its wider social and political context as a central problem of PTA. It is obvious that the political role of participatory TA is restricted when important political decisions already have been settled – as was the case with the Citizen Forum. Moreover, the case studies show to what extend the tenor and level of societal debate as well as interests dominating the political process can interfere with the mission, the design and the course of the participatory procedure. The Citizens Forum partly suffered from being designed as a part of a larger TA project which was politically commissioned to explore the industrial opportunities of modern Biotechnology. The discourse on genetically modified crops was designed as an attempt to establish a space for “rational” deliberation on risk issues. The discursive procedure did however not succeed in ruling out general arguments on

the doubtful agricultural use of GMO plants held by environmental groups (which led to their withdrawal from the procedure). In addition the discourse procedures relation to decision making was unclear, respectively did not meet the expectations of the involved environmental groups. So their suspicion, that while spending months on arguing in the discourse procedure decisions were taken elsewhere (by industry), stayed as burden for the whole process.

It might well be that the question of PTA's relation to decision making is especially a problem in a country like Germany where participatory arrangements in technology policy still are rather innovative and where debates on new technologies use to be relatively adverse. However PTA – as TA in general – has by definition the mission to somehow effect decision making processes. Apart from this: giving a voice to people or groups that normally are not involved in technology policy decision making necessarily raises the expectation that being involved in PTA makes a difference. So the relation of PTA to the societal and political context and to established relations of power will always be a crucial and continuously debated question with regard to the political role and function of PTA.

- * Basic insights for the two case studies were drawn from interviews with the project leaders of the respective pTA procedures. The authors have to thank Thomas von Schell and Barbara Kochte-Clemens (Citizens Forum) and Alfons Bora (WZB Discourse) for their open and instructive information.

References

- (AbL) Arbeitsgemeinschaft bäuerliche Landwirtschaft et al. (1993): Erklärung der Umweltgruppen zur Abschlußkonferenz des HR-Projektes. in: Ökologische Briefe, Nr.26, 5. 12-13
- Bora, A. (1993): Gesellschaftliche Integration durch Verfahren – Zur Funktion der Verfahrensgerechtigkeit in der Technikfolgenabschätzung und -bewertung. in: Zeitschrift für Rechtssoziologie, Heft 1, S.55-79
- Bora, A.; Döbert, R. (1993): Konkurrierende Rationalitäten. in: Soziale Welt H. 1, S.75-97
- Bürgergutachten (1995): Bürgergutachten „Biotechnologie/Gentechnik – eine Chance für die Zukunft?“. Akademie für Technikfolgenabschätzung, Stuttgart
- Dienel, P.C. (1997): Die Planungszelle. Opladen

- Dokumentation (1995): Dokumentation zum Bürgergutachten „Biotechnologie/Gentechnik – eine Chance für die Zukunft?“. Akademie für Technikfolgenabschätzung, Stuttgart
- Faigle, W.; Dölle, H.H. (1995): Stellungnahme des Landesnaturschutzverbandes Baden-Württemberg. in: von Schell, Th.; Mohr, H. (Hg.): Biotechnologie – Gentechnik. Eine Chance für neue Industrien. Berlin/Heidelberg, pp. 44-48
- Gill, B. (1991): Technikfolgenabschätzung – Modernisierung der Beschwichtigungsretorik. in: Gen-Ethischer Informationsdienst Nr.65/66, S.11-21
- Gloede, F. (1997): Das TAB-Projekt „Biologische Sicherheit bei der Nutzung der Gentechnik“. in: Koeberle, S.; Gloede, F.; Hennen, L. (Hg.): Diskursive Verständigung. Mediation und Partizipation in Technikkontroversen. Baden-Baden, S. 101-123
- Gloede, F. (1991): Rationalisierung oder reflexive Verwissenschaftlichung? Zur Debatte um die Funktionen von Technikfolgen-Abschätzungen für Technikpolitik. in: Petermann, Th. (Hg.): Technikfolgen-Abschätzung als Technikforschung und Politikberatung. Frankfurt a.M./New York, S.299-328
- Hennen, L. (1999): Participatory Technology Assessment: a response to technical modernity? in: Science and Public Policy, Vol. 26, pp. 303-312
- Kiper M. (1993): Partizipative Technikfolgenabschätzung als Methode demokratischer Technikgestaltung. in: Wechselwirkung Nr.61, S.43-47
- Koeberle, S.; Gloede, F.; Hennen, L. (Hg.) (1997): Diskursive Verständigung. Mediation und Partizipation in Technikkontroversen. Baden-Baden
- Prittwitz, V. v. (Hg.) (1996): Verhandeln und Argumentieren. Dialog Interessen und Macht in der Umweltpolitik. Opladen
- Saretzki, Th. (1996): Die Strukturierung des Untersuchungsprogramms in Diskursverfahren zur Gentechnologie. in: TA-Datenbank-Nachrichten. Nr. 4/5
- van den Daele, W.; Pühler, A.; Sukopp, H. (1990): Antrag für ein Kooperationsprojekt: Folgenabschätzung und Bewertung des Einsatzes herbizidresistenter gemachter Kulturpflanzen in der Landwirtschaft, Ms. Berlin
- van den Daele, W. (1991): Zum Forschungsprogramm der Abteilung „Normbildung und Umwelt“ (Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, FS II 91-301). Berlin
- van den Daele, W. (1994): Das falsche Signal zur falschen Zeit. in: Politische Ökologie Spezial, 12. Jg., S.65

- van den Daele, W. (1995): Technology Assessment as a political experiment, in: R. von Schomberg (ed.): *Contested Technology. Ethics, risks, and public debate*, International Centre for Human and Public Affairs. Tilburg
- van den Daele, W. (2000): Gewissen, Angst und radikale Reform – Wie starke Ansprüche an die Technikpolitik in diskursiven Arenen schwach werden. in: Simonis, G.; Martinsen, R.; Saretzki, Th. (Hg.): *Politik und Technik. Politische Vierteljahresschrift, Sonderheft 31*, S. 476-498
- von Schell, Th.; Mohr, H. (Hg.) (1995): *Biotechnologie – Gentechnik. Eine Chance für neue Industrien*. Berlin/Heidelberg



Armin Grunwald (ITAS)

Der folgende Beitrag entstammt einem Schwerpunktheft der Zeitschrift „Science & Public Policy“ zum Thema „Democratising Expertise, expertising democracy“, zu dem der Autor von den Herausgebern Silvio Funtowicz und Angela Liberatore eingeladen wurde. Das Verhältnis von Technik, Expertenrollen und Demokratie ist ein Querschnittsthema der Technikfolgenabschätzung (TA) von Beginn an. ITAS hat durch den Betrieb des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) seit 1990 spezifische Erfahrungen mit der Schnittstelle zwischen wissenschaftlichen Experten und demokratischen Prozessen im parlamentarischen Bereich. Dies war Anlass, für den Beitrag nicht den Fokus auf Partizipation zu legen, welcher seit Jahren den Themenbereich Technik und Demokratie dominiert, sondern das Thema „Democratizing Expertise“ einzubetten in die konkreten Verfahren und Schnittstellen zwischen Wissenschaft und Politik, wie sie sich am TAB herauskristallisiert haben. Da TA in einer spezifischen Kombination aus Forschung und Beratung besteht und sich in der Regel Wissen und Werte nicht streng trennen lassen, sind diese Erfahrungen auch für andere Bereiche der TA von Interesse.

Technology Assessment at the German *Bundestag*: “expertising” democracy for “democratising” expertise

Armin Grunwald

Zuerst erschienen in: *Science and Public Policy* 30(2003)3, S. 193-198

Taking the example of the consultation of experts in processes of parliamentary decision-making, this article shows how it is possible to support democratic processes by means of the institutional and organisational type of technology assessment (TA) chosen by the German Bundestag. Members of the Bundestag often find it difficult to discern on which premises and preconditions expert knowledge is based. They are quite often helpless facing the “experts’ dilemma”, consisting of the confrontation of expertise and counter-expertise. The questions to be dealt with are, how TA as advice to the legislature deals with this situation, what kind of experience has been gained with it, and what are the limitations.

The expression “expertising democracy” is a concept presented in the White Paper on Governance (Gerold and Liberatore, 2001), which the editors of this special issue of *Science and Public Policy* proposed to me as the title of my contribution. This obviously has nothing to do with any sort of brain trust, which, acting in the sense of an “expertocracy”, would try to undermine democracy. On the contrary, this paper shows how it is possible to support democratic processes by means of technology assessment (TA) at the German *Bundestag*.¹ This is no question of an expert knowledge that is far removed from democracy, but of the use of expert knowledge for democratic processes of opinion formation and decision-making: “expertising democracy for democratising expertise”.

Democratically legitimated members of the *Bundestag* often find it difficult to discern on which premises and preconditions expert knowledge is based. They are quite often helpless facing the situation that there are, as a rule, not only expert opinions, but also counter-opinions (the “experts’ dilemma”, Nennen and Garbe, 1996). The questions that interest us within the context of this special issue are, how technology assessment as scientific advice to the legislature deals with this

1 Federal Parliament.

situation, how it can help avoid the “experts’ dilemma”, what kind of experience has been gained with it, and what are its limitations.²

These deliberations are prefaced by a short introduction to technology assessment and the example of the Office of Technology Assessment at the German *Bundestag*. The most pertinent question in the discussion on the role of expert knowledge in democratic processes of decision-making (Fischer, 1990) would probably be that of the relationship between normative and descriptive aspects, of the borderline between knowledge and values. In this paper, the hypothesis is proposed that technology assessment plays an important role in processes of parliamentary deliberation by repeatedly finding or “creating” this borderline anew. This function builds the bridge between the “expertising of democracy” and the “democratisation of expertise” mentioned above. This holds, in particular, when expert knowledge is analysed with respect to underlying normative or evaluative aspects, which have to be submitted to democratic opinion formation. Finally, the practical implementation of this model for democratising expert knowledge shows certain limitations.

Technology assessment as policy advice

The increasing dependency of modern society on the innovative potential of science and technology, the dismay caused by the indirect effects of technology in society, problems of legitimisation, and conflicting technologies are an enormous challenge for technology, research, and science policy. The need for advice on the part of decision-makers in politics has been growing for decades. In order to improve the basis for making decisions, anticipatory estimates of future demands on economic efficiency, of future market conditions or potential societal conflicts, of the need for governmental regulation, and of the benefits and hazards of scientific and technical innovations in general, are needed. Technology assessment as scientific advice to politics is an instrument for analysing these future developments, for making their concealed normative premises explicit, and for integrating them into the political processes of opinion formation and decision-making (Petermann, 1992; Grunwald, 2002).

² In the controversy on the relationship between technology and democracy, the legislature is, in contrast to the 1980’s, rarely mentioned (compare, for example, the contributions in von Schomberg, 1999 and Martinsen and Simonis, 2000). Instead, this discussion concerns itself almost exclusively with the aspect of participation.

Scientific analysis of the consequences and premises of decisions and of the preconditions for making sensible decisions and for developing coherent options for deciding have been the purpose of technology assessment from the beginning (Ayres et al., 1970; Grunwald 2002). Technology assessment as advice for decision-making is concerned with making the knowledge required available (TA's cognitive dimension), deliberating on criteria and methods of evaluation (normative dimension), developing options of political action (pragmatic dimension), and finding ways of dealing with the incompleteness and uncertainty of the knowledge provided as a basis for decision-making.

The basic idea of TA, to take knowledge about (possible or probable) effects of technologies into consideration in the decision-making processes, was formulated at the end of the 1960's. The concrete background was unequal access to relevant information between US Congress and the executive, which, due to the administrative apparatus and to the financial means at its disposal, could obtain comprehensive information at any time. Congress lagged in this respect far behind, so that the separation of powers – indispensable for democracy – seemed to be endangered in questions of technology. Congress had to be strengthened as a competent representative body capable of making well-informed decisions.

In this regard, several – completely different – conceptual and organizational models have been realized (Vig and Paschen, 1999). They differ in varying degrees of freedom and independence in their relationship to the legislature (for instance, with regard to proposing topics), in varying degrees of scientific nature, in varying gradation of the importance of participation and publicity. They can be quite different in size and membership; they differ in their respective means of access to the legislative procedures of deliberation and in the degree of their organisational embeddedness.³

Technology assessment as policy advice⁴ has been realised in a variety of institutional forms besides parliamentary institutions. It can also be organized as an (internal) administrative authority for advising the executive, for instance, as a special department, or as a strategy division within a ministry. Technology assessment can also be pursued as problem-oriented research, or as the organisation of public discourses by independent institutes or networks (Grunwald, 2002).

3 Compare with <www.eptanetwork.org>, last accessed 15 May 2003.

4 In industry and in the economy, methods of technology foresight and technology assessment are also being employed. They are subject to the specific institutional circumstances prevailing there, and will not be discussed further here.

Office of Technology Assessment, *Bundestag*

The Office of Technology Assessment at the German *Bundestag* (Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, TAB⁵) was founded in 1990, and has become a permanent institution of the German legislature. The purpose of the TAB is to provide contributions to the improvement of the legislature's information basis, in particular, of research- and technology-related processes under parliamentary discussion. Among its responsibilities are, above all, drawing up and carrying out TA projects, and – in order to prepare and to supplement them – observing and analysing important scientific and technical trends, and societal developments associated with them (monitoring).

Since 1990, the TAB has been staffed by the Institute for Technology Assessment and Systems Analysis (ITAS) of the Research Centre Karlsruhe. The TAB is oriented strictly on the German *Bundestag's* and its committees' information requirements. The TAB's principal is the Committee for Education, Research, and Technology Assessment. The choice of subjects for TA projects, and their delimitation and specification is the *Bundestag's* responsibility. Obviously, setting the agenda is itself a political, not a scientific prerogative. Decisions on the urgency of problems and the scientific advice desired belong on the political agenda. The choice of topics and of problems to be treated is a political responsibility, which, of course, is supported by expertise.

Further, the decisions made in the preliminary stages of a TA project have decisive influence on the results obtained and on determining which questions can be answered. With the design of a TA project, it is also determined which aspects of the investigation, which interactions, or which segments of a subject area are relevant for the desired analysis or problem solution, and which are not. Preliminary decisions about the scientific disciplines that are to participate in providing information, and on the experts to be consulted also belong in this category. These preliminary decisions are frequently made by TAB, in a dialogue with the legislature.

5 See <<http://www.tab.fzk.de>>, last accessed 20 July 2003.

The distinction between a descriptive (value-free) phase of “comprehension” of the consequences of technology, and a subsequent phase of evaluation, as is presupposed in the decisionist model of decision-making and in earlier conceptions of TA, is a fiction: what can be comprehended depends on previous decisions. At the initiation of a technology assessment, it is decided in which respects and in which dimensions of the problem, knowledge of consequences is at all desirable.

For this reason, the actual TA investigations are often carried out in the TAB as so-called “pre-studies”, the purpose of which, besides an initial appraisal of the state of research, is to produce a transparent, comprehensible, and purposeful inquiry into the possible research designs, the formulation of questions, goal directions, and so on. The legislature then has the opportunity to decide on a reflective clarification of the subject matter and the design of the respective TA project. The treatment of the topics set in this manner by the legislature is carried out by the TAB in scientific independence and neutrality.

The TAB is a small unit (at present, ten scientists). The various requests and topics are treated by obtaining a number of expert opinions on the respective subject from scientific institutions. The results of this groundwork are evaluated by the TAB-team, are concentrated on the legislature’s advisory requirements, and are summarised in the form of a report to the legislature. By means of this networked method of operation, the pertinent competence and knowledge of the science system can be mobilized, case- and subject-specific, for the legislature’s purposes in decision-making. The results of TAB studies sometimes (seldom, however,) lead to *Bundestag* resolutions, sometimes they have indirect influence on processes of opinion formation and decision-making in the legislature.

The subjects of the TAB’s studies stem from all fields of technology. The “classical” TA subjects, such as technology and the environment, energy, and bio- and genetic engineering, predominate. However, there are also studies on selected fields of science and technology (such as, new materials 1994, or on nanotechnology, in preparation) and on specific technical projects (such as the space shuttle system “Sänger” 1992). To date, there are relatively few studies on medical technology (health-care technology assessment) and on the information society (there are studies on multimedia, the new media and culture, and on e-commerce).

Relationship between knowledge and values

The precept of strict neutrality and objectivity on the part of the TAB, as it is reflected, for instance, in the fact that the TAB makes no recommendations, corresponds at first sight to a decisionist division of labour between science and politics: technology assessment as a science provides supposedly value-neutral knowledge, the political system makes judgements and decisions on this basis. At a closer look, the relationship appears more strongly differentiated, and precisely this strong differentiation opens up the possibility of speaking of democratising expertise in a context in which it is a question of expertise for democracy. This will be analysed in greater detail below, with regard to contradictory expert opinions.

The TAB's primary responsibility is to make a coherent report for the legislature out of (as a rule, scientific) advisory opinions of varied provenance, which are partially based on the division of labour and are complementary, but sometimes also contradictory. This report is intended to be an adequate synopsis of the knowledge base and points out the possibilities for political action, for instance, in the form of a number of options. The actual work consists in defining the subject matter for the expert opinions and in setting the profile of qualifications required of the experts with regard to the technology assessment commissioned by the *Bundestag* as a basis for

- the corresponding invitation to apply public tender or for a public announcement;
- the choice of experts among the bids entered, in agreement with the *Bundestag* and its administration (economic and legal aspects);
- technical assistance during preparation of the expert opinions in close cooperation with the specialists in conversations and workshops;
- and finally, and above all, for summarising the various advisory opinions in the report to the legislature.

According to the scope of the respective project and the breadth of its subject matter, five to ten contracts are awarded. Scientific appraisals therefore play a substantial role in the TAB's work. Expertise is in fact accepted by the TAB as expertise, but always in awareness of the "experts' dilemma" – that advisory opinions can arrive at different, even diametrically contradictory judgements. The

“opinion-counteropinion” problematics have led to a serious loss of confidence in the science and expertise systems, especially because the impression has arisen that every politician can find experts who formulate any opinion desired in scientific rhetoric. Science is seen as partial and perhaps even mercenary, rather than as objective and neutral.

The background of this “experts’ dilemma” lies in the fact that value judgements always flow concomitantly into expert opinions. The danger that the expert does not strictly separate his/her roles as a neutral advisor and as a committed citizen or as a representative of certain interests, but also expresses judgements on the basis of his/her own convictions, but which aren’t supported by his/her own specialist knowledge, is almost unavoidable.

It is not quite clear how we could deal with the “experts’ dilemma” adequately (Bechmann and Hronszky, 2002). From the perspective of democracy, the essential point is that democratic formation of an informed opinion and decision-making may not be determined by a group of experts writing scientific advisory reports. For that reason, expert opinions have to disclose their premises and presuppositions as transparently as possible (Lübbe, 1997). Divergent judgements can be traced back to incompatible premises and normative preconceptions, which should be expressed openly, so that they don’t prejudice democratic decisions subliminally or by virtue of being the premises of experts.

If premises and normative preconceptions are made explicit, a corresponding public democratic discussion of these premises can take place. This is a question of “ridding” the experts’ reports of value judgements that are not supported by expert knowledge, and of a “neutralization of the experts” (van den Daele and Döbert, 1995). Exactly this process is to be understood under “democratizing expertise” in the following.

This is basically a question of the relationship between normative and descriptive aspects, of the borderline between knowledge and values (Funtowicz and Ravetz, 1993). Technology assessment fulfils an important function in the process of parliamentary discussion in finding or drawing this boundary anew. This borderline is by no means already fixed *a priori*, it has to be “created” or “constituted”.

It is, therefore, senseless to want to distinguish strictly “pure” and “objective” knowledge from value judgements. Whenever this is attempted, nothing remains. All that is possible is to make the respective normative presuppositions explicit and to test their general acceptability. This can, for instance, be taken as given for

the normative physical theories of measurement concerning length, time, or mass, (Janich, 1997), while this is hardly to be expected for the rules of measurement regarding the quantification of the value of a human life or of the quality of life.

Generally recognized knowledge is, then, knowledge that is founded on generally recognized normative presuppositions. Whether or not this applies, has to be found out in each individual case. The TAB is an institution in which the boundary between knowledge and values has to be repeatedly discussed and even constituted and “created” anew.

The method serving this purpose consists of two forms of communication: between experts and counter-experts; and between the TAB and the *Bundestag*:

- Between experts and counter experts: Through confrontation of the, possibly contradictory, experts’ reports, specialist knowledge is to be reduced to the core where consensus is possible. Normative conceptions leading to diverging judgments have to be uncovered and made the subject of democratic opinion formation. Speaking metaphorically, expertise is broken down into a series of “if-then”-conclusions, in order to attain as high a degree of transparency of the premises as possible. “Experts should be confronted with counter-expertise, contradictory viewpoints ... ” (Brekke and Erikson, 1999, page 112). This is done, on the one hand, by desk work in the TAB on the basis of the experts’ reports, on the other hand, however, and above all, in conversations with the experts, and in the corresponding workshops. In cases of conflict, other external scientists are also consulted.
- Between the TAB and the Bundestag: The TAB’s communication with the Bundestag includes, on the one hand, determining the subjects of studies and designing them more precisely. On the other hand, the TAB studies have to obtain an approval of the legislature. Formal acceptance is preceded by an informal process of discussion, in which the results obtained in the first phase are subjected to criticism: this places the problems of evaluation in the foreground, and draws attention to possible subliminal value judgements. This plays an important role, especially in politicised fields of technology (such as nuclear fusion, Grünwald et al., 2002).

Communication between the TAB and the legislature shows some similarities to participatory TA processes: the members of parliament are, usually, laypersons with respect to science and technology, they bring different moral and political

inputs into the process, and they are representing different groups of the population. In particular, the sensitivity of the *Bundestag's* members as regards subliminal and concealed value judgements and their reciprocal correction leads in this manner to increased transparency.

As can be observed in various examples in the past few years,⁶ the goal of a democratisation of expertise is realised with a high level of success, at least in individual cases.

Bringing about transparency, clarifying premises, and identifying normative preconceptions are important elements of a democratisation of expert knowledge as a prerequisite for the democratic development of technology. Obviously, it is not possible to arrive at a comprehensive transparency concerning, for example, mathematical equations or highly sophisticated assumptions of modelling. In many cases, scientific work remains a black box, seen from outside.

The postulate for transparency, however, applies to those assumptions and premises that might have societal relevance and that, therefore, should be the subject of an open societal debate. As an indicator what this could mean, I propose to use the existence of “expert dilemmas”, of expertise and counter-expertise. Often, there are underlying normative judgments responsible for such dilemmas (as, for example, in the cases of risk assessments of GMOs (genetically modified organisms), in assessments of uncertainty, and in the use of mechanisms of quantification utilities according to different economic approaches).

Incompatibilities between different types of expertise frequently are hints of underlying normative and evaluative differences, which then, in the next step, have to be analysed and discussed. In this way, it seems to be an important task for (parliamentary) TA to look for expert dilemmas, because these are an ideal point of departure for uncovering normative premises and increasing transparency up to the level required for democratic opinion-forming and decision-making procedures.

In this manner, it becomes possible to provide more “socially robust knowledge” (EC, 2001, page 22). Improved transparency can then also be used as a basis for more transparent public discourses. This, however, rarely happens. In this respect, much more could be done to make the potentials for democratising the

6 For instance, the criticism of the econometric modelling in the TAB study on the employment effects of environmental technologies (Hennen, 2001) or the disclosure of considerable uncertainties in the prognoses and assumptions regarding nuclear fusion (Grünwald et al., 2002).

TAB's work productive, and for encouraging public discussions on technology. For the next period of the TAB's work, which will extend from 2003 to 2008, preliminary deliberations to this end are already in progress.

Limitations of democratising expertise

The function of technology assessment in the legislature described here as "expertising democracy", to contribute to "democratizing expertise", does not always succeed. In the following, some of the limitations for realising the ideal program are pointed out.

A first limitation is that there is no algorithm that would guarantee that all of the normative assumptions have been discovered. It cannot be categorically ruled out that, in spite of all reflection, certain normative preconceptions remain undiscovered, and lead to an asymmetry or bias of argumentation.

A second problem is the availability of independent competence. If the mechanism of disclosing normative premises means in the TAB above all the confrontation of contradicting expert opinions, then this can only succeed if there is expertise on the basis of different normative premises. This, however, is not always the case. Often, expertise is only available where there is simultaneously an interest in the continuation of certain technological development programs. In the fields of nuclear power and genetic engineering, independent knowledge is, in the meantime, certainly available; in many fields of new, not (yet) politicised technologies, this is, however, not, or only rarely, the case (nanotechnology, fusion research, compare with Grünwald et al., 2002).

A third problem is the possibility that too little contrary input, or at least, input that is seen from a different perspective, is taken into consideration. The TAB normally awards less than ten commissions for expert opinions for each TA project, so that the number of different positions and perspectives on each subject is limited. Non-scientific statements are normally not provided for at all. For many concepts of technology assessment, this sort of procedure would be too narrowly focused on too few scientific positions (Grin et al., 1997). It is, of course, a different matter, to what extent one can nonetheless succeed in comprehending the relevant positions.

These various problems can be influenced in different ways (and to varying degrees): the first of them hardly at all, because a complete disclosure of normative premises can, in principle, not be guaranteed. The lack of independent exper-

tise can be remedied through purposeful, long-term promotion through grants. The problem of a possibly too narrow knowledge basis can be counteracted short-term by broadening the range of positions consulted (for instance, by means of stakeholder dialogues).

It is important to draw attention to a specific further limitation of the parliamentary treatment of science and technology. The acceptance and the attractiveness of the representative democratic system of decision-making is due, among other things, to the idea of the reversibility of decisions. If an administration is voted out of office, the new government can amend or rescind laws that its predecessor had put into effect.⁷

This hope of making corrections through elections normally does not exist in national science and technology policy, or only to a limited extent. Decisions in these areas have a high degree of irreversibility. This is particularly evident in the case of large-scale infrastructural constructions such as highways or transrapid-monorails, which, once they have been built, can, realistically, hardly be dismantled.

Another example is a release permit for transgenic plants in agriculture on a large scale. An administration could, of course, rescind the permit; in the environment, however, irreversible facts would long since have been established through transgenic species growing wild, cross pollination, and through "contamination" of seeds.

Finally, there is the field of science. Knowledge, once gained on the basis of a specific program of research, can not just be "forgotten" on order of a new administration. The production of knowledge and the implementation of technology are, to a high degree, irreversible. Demands for greater reversibility are popular, but scarcely realisable. For this problem, there is as yet no convincing answer.

References

- Ayres, R. U., Carlson, J. W., Simon, S. W. (1970), *Technology Assessment and Policy-Making in the United States*, New York
- Bechmann, G., Hronszky, I. (2002, ed.), *Expertise and its Interfaces*. edition sigma, Berlin (in press)

⁷ The eco-tax in Germany, for example, could be abolished by a new federal administration.

- Brekke, O. A., Eriksen, E. O. (1999), Technology assessment in a deliberative perspective. In: Schomberg, R.v. (ed.): *Democratising technology: theory and practice of deliberative technology policy*, Hengelo, pp. 93-119
- Fischer, F. (1990), *Technocracy and the Politics of Expertise*. Newbury Park, London
- Funtowitz, S., Ravetz, J. (1993), *The Emergence of Post-Normal Science*. In: R. von Schomberg (Hg.): *Science, Politics and Morality*. Kluwer Academic Publisher, London
- Gerold, R., Liberatore, A. (2001), *White Paper on Governance*. Report of the Working Group "Democratising Expertise and Establishing Scientific Reference Systems". Brussels, May 2001
- Grin, J., van de Graaf, H., Hoppe, R. (1997), *Technology Assessment through Interaction*, Amsterdam
- Grunwald, A. (2002), *Technikfolgenabschätzung – eine Einführung*. edition sigma, Berlin
- Grünwald, R., Grunwald, A., Oertel, D., Paschen, H. (2002), *Kernfusion Sachstandsbericht. TAB-Arbeitsbericht*, Berlin
- Hennen, L. (2001), *Folgen von Umwelt- und Ressourcenschutz für Ausbildung Qualifikation und Beschäftigung*, TAB-Arbeitsbericht Nr. 71, Berlin
- Janich, P. (1997), *Das Maß der Dinge*, Beck, München
- Levidow, L. (1999), *Democratising Technology – or Technologising Democracy?* In: Schomberg, R. v. (ed.): *Democratising technology: theory and practice of deliberative technology policy*. Hengelo, pp. 51-70
- Lübbe, W. (1997), *Expertendilemmata – ein wissenschaftsethisches Problem?* GAIA 6(1997)3, S. 177-181
- Martinsen, R., Simonis, G. (2000, eds.), *Demokratie und Technik (k)eine Wahlverwandtschaft?* Leske + Budrich, Opladen
- Nennen, H.-U., Garbe, D. (1996), *Das Expertendilemma: zur Rolle wissenschaftlicher Gutachter in der öffentlichen Meinungsbildung*. Springer, Heidelberg et al.
- Petermann, T. (1992, ed.), *Technikfolgen-Abschätzung als Technikforschung und Politikberatung*. Campus, Frankfurt
- Schomberg, R. v. (1999, ed.), *Democratising technology: theory and practice of deliberative technology policy*, Hengelo

- van den Daele, W., Döbert, R. (1995), Veränderungen der äußeren Natur – Partizipative Technikfolgenabschätzung (Funkkolleg Technik, Studienbrief 4, Studieneinheit 11). Tübingen
- Vig, N., Paschen, H. (1999, eds.), Parliaments and Technology Assessment. The Development of Technology Assessment in Europe. State University of New York Press, Albany



Matthias Achternbosch,
Klaus-Rainer Bräutigam,
Nicola Hartlieb (ITAS)

Das seit vielen Jahren für Wissenschaft und Politik bedeutende Themenfeld der Abfallwirtschaft stellt einen langjährigen Arbeitsschwerpunkt von ITAS dar. Zentrale Fragen sind hierbei, auf welche Weise die Entsorgung ökologisch sinnvoll und kostengünstig sichergestellt werden und welchen Beitrag die Abfallwirtschaft zur Ressourcenschonung leisten kann.

Ausgehend von der Untersuchung verschiedener technischer Verfahren (z. B. Rauchgasreinigung; siehe den Beitrag von Achternbosch/Richers), verlagerte sich der Arbeitsschwerpunkt auf die Betrachtung einzelner Abfallteilströme in technische Anlagen (Mitverbrennung in Zementwerken, siehe der folgende Beitrag). Die aktuellen Arbeiten nutzen das methodische Handwerkszeug und die Ergebnisse der zurückliegenden Studien für eine umfassende Betrachtung komplexer Abfallströme und deren Analyse unter Aspekten der Nachhaltigkeit.

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Technische Chemie hat ITAS das Forschungsprojekt „Untersuchung des Einflusses der Mitverbrennung von Abfällen in Zementwerken auf die Schwermetallbelastung des Produktes im Hinblick auf die Zulässigkeit der Abfallverwertung“ im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführt. Untersucht wurde der Einfluss unterschiedlicher Einsatzstoffe auf den Spurenelementgehalt von Zement und Beton. Des Weiteren wurde der derzeitige Kenntnisstand zum Freisetzungverhalten von Spurenelementen in Klinker, Zement und Beton dargestellt.

Die Ergebnisse werden im Laufe des Jahres 2005 in der Zeitschrift „Waste Management and Research“ veröffentlicht. Die folgende Publikation präsentiert ausgewählte Ergebnisse aus der Anfangsphase des Projekts.

Co-incineration of wastes in cement kilns – determination of input pathways of trace elements in cement by material flow analysis

Nicola Hartlieb, Matthias Achternbosch, Klaus-Rainer Bräutigam

Zuerst erschienen in: Fresenius Environmental Bulletin 12(2003)6, S. 629-635

Summary

In this study the impact of the use of alternative fuels and secondary raw materials on the trace element concentration in cement was investigated in detail. The investigations were performed by means of a method used in the material flow analysis (MFA) called the “Top-Down-Approach”. Here, average concentration values of different trace elements for various types of cement produced in Germany were calculated. These calculated values were then compared with measured values. The results show that the mass flow analysis is capable of making complex technical processes, such as the cement process, more transparent and deliver an insight in substantial coherences. The agreement between calculated and measured concentrations in cement was very good. Furthermore, main input pathways for different trace elements in cement could be identified. Depending on the trace elements observed, secondary raw materials, fuels and blending agents represented significant input pathways for trace elements in cement. As a consequence, these materials cannot be neglected as a trace element source for cement. This should be considered when regarding the German recycling and waste act, in which the recovery of wastes is only permitted if it corresponds with the regulations and if the avoidance of harmful environmental effects is guaranteed.

Introduction

The aim of material flow analyses (MFA) is to identify and quantify the material and energy flow through a given system defined in space and time. The MFA is a capable instrument for gaining insight in the substantial coherences and pathways of complex technical processes making them more transparent. Furthermore, MFA allow to determine efficiency potentials and to compare different processes

or products. Using the cement industry as an example the study shows how the MFA brings transparency in complex pathways of a technical process.

The following problem occurs for cement production: certain levels of trace elements are measured in the cement, however, the source of trace element input can not be traced back. It is assumed that primary input-materials, such as limestone and clay, are responsible for the trace element input. However, this assumption cannot be proved analytically since a classification of trace elements in cement regarding their different input pathways is not possible. By means of MFA it is, on the one hand, possible to estimate whether measured trace element concentrations in cement are plausible and on the other hand the main input pathways can be determined.

The problem of trace elements in cement has its root in the following circumstances: Cement production is an energy-intensive process. The use of waste as a low-cost alternative fuel in the manufacturing process of cement clinker is of increasing importance for the cement industry. Furthermore, in addition to primary raw material, waste is used as a secondary raw material as well as a mineral additive for cement grinding. Up to now it is not clear how the use of waste and secondary input-materials affects product properties and the environment. Especially the role of trace elements in this connection has not yet been elucidated. According to plant operating characteristics in Germany and in Europe, almost the total amount of trace elements (with the exception of Mercury) introduced into the kiln system is incorporated into the product cement. In Germany, the co-incineration of waste in the cement industry is the subject of some controversy in expert circles, politics and parts of society, particularly. Up to now, main topics of discussion and permission regulations are emission values from the clinker manufacturing process. Recently, the debate has moved away from emission values and is shifting towards the potential environmental impacts of the product cement and cement-based construction materials. This is due to the German Recycling and Waste Act (KrW-/AbfG), in which the recovery of wastes is only permitted if it corresponds to regulations and if the avoidance of harmful environmental effects is guaranteed.

Aim of the study

Aim of the study was to identify and quantify the input pathways of trace elements into the cement. In this context, the following questions were of importance:

- Which range of concentration values of individual trace elements can be found in various input-materials?
- Consequential, which range of concentration values of individual trace elements can be derived for the cement?
- Which input-materials contribute to these concentration values in cement?
- Is it possible to explain measured concentration values in cement by means of the input-materials and their trace element concentrations?

These questions were investigated by means of the “Top-Down-Approach”.

Cement production

Prepared raw materials such as limestone/chalk, marl and clay/shale together with corrective materials such as bauxite or waste from the steel industry are fed to the kiln system, where they are subject to a thermal treatment process consisting of the consecutive steps of drying/preheating, calcination (e.g. release of CO₂ from limestone) and sintering (e.g. formation of clinker minerals at temperatures up to 1450°C). Hot exhaust gases flow through the rotary kiln and the preheater in counterflow to the raw material. The burnt product clinker is cooled down with air to 100-200°C and transported to intermediate storage.

Portland cement is produced by intergrinding cement clinker with a few percent of natural or industrial gypsum (or anhydrite) in a cement mill. Blended cements (or “composite” cements) contain other constituents in addition such as granulated blast-furnace slag, natural or industrial puzzolana (e. g. volcanic tuffs or fly ash from thermal power plants), or inert fillers such as limestone.

Since removed filter and bypass dusts are either blended into the raw meal for reintroduction into the process or are directly ground with cement clinker in the cement mill, nearly the total amount of most trace elements can be found in the final cement, with the exception of that part which has been emitted into the air. Therefore no residues have to be deposited.

Figure 1 gives a schematic overview of different kinds of input-materials, which are used to produce clinker and cement.

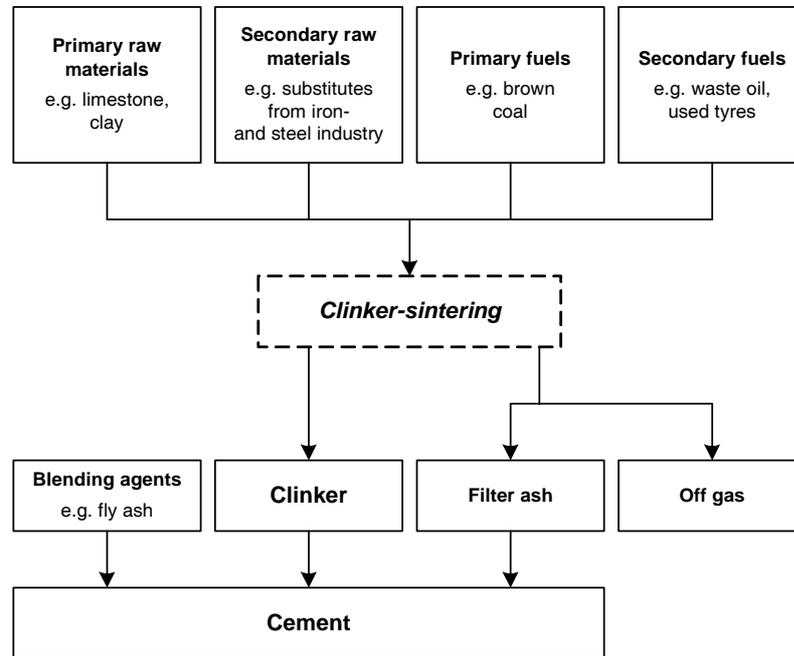


Figure 1: Overview over different kinds of input-materials, used to produce clinker and cement.

Procedure

In order to calculate the concentrations of trace elements in cement and the contribution of different input-materials (primary and secondary raw material, primary and secondary fuels, blending agents, etc.) to this total concentration, the following data has been used:

- Amount of primary and secondary raw materials and fuels used in Germany for total cement production in 1999 [1].
- Amount of cement produced in 1999, broken down to different types of cement [1].
- Trace element concentrations in primary and secondary raw materials and fuels, data collected within this study.

- Trace element concentrations in different cement types, data collected within this study and data from VDZ [1].

A calculation using this type of data is called Top-Down-Approach, because one starts calculating from a macro-level and gets an average concentration value of trace elements in cement over the total cement production in Germany in a specific year. With the Top-Down-Approach it is not possible to consider a special cement plant with an especially high amount of secondary input-materials enabling the calculation of a worst case scenario.

Type and amount of input-materials used for cement production in Germany in 1999 is shown in Table 1.

Table 1: Calculated distribution of input-material between raw meal, clinker and cement in 1999.

<i>Used for the production of</i>	<i>Input-material</i>	<i>Amount [t/a]</i>
<i>Raw meal</i>	Lime stone	36,000,000
	Marl	10,000,000
	Clay	1,985,000
	Sand	1,240,000
	Iron ore	117,000
	Ore surrogates from iron- and steel industry	170,000
	Foundry sand	140,000
	Bottom ash	263,000
<i>Clinker</i> (Raw meal plus specified input-material)	Hard coal	980,000
	Brown coal	2,140,000
	Petroleum coke	313,000
	Used tyres	236,000
	Waste oil	181,000
	Scrap wood	77,000
	Waste fractions from industry and trade	290,000
	Oil slate	213,000
	Bottom ash	48,500
	Pozzolana	46,000
<i>Cement</i> (Clinker plus specified input-material)	Gypsum/Anhydrite/FGD gypsum	1,760,000
	Fly and bottom ash	430,000
	Lime stone	603,000
	Pozzolana	51,000
	Oil slate	142,000
	Blast furnace slag	4,865,000

As a result we can calculate trace element concentration values for different types of cement and compare these results with corresponding measured data. Measured concentration values published by the VDZ represent one average value for each trace element from all types of cement produced in Germany [1]. To be able to compare the calculated concentration values with the average of measured data, the calculated values for the different types of cement had to be aggregated on the basis of the relative portion of each type to total production. This resulted in calculated concentration values for a so called “model cement”, which then could be compared with measurements.

Results and Discussion

Trace element concentrations in model cement

In Table 2 measured concentration values of trace elements in cement are compared with calculated values. When a measurement lay below the detection limit value this measurement had been included in the calculation of the mean value with half the value of the detection limit. As can be seen, the agreement between calculated values for the “model cement” and measured values by VDZ is very good for most elements with respect to both the mean value and the range. This confirms that the MFA is capable of verifying the plausibility of measured trace element concentration values in cement.

Trace element input pathways in cement

Since the estimated concentrations of trace elements in input-materials as well as calculated trace element concentrations in cement corresponded to the values from the literature, we assumed that the Top-Down-Approach might be enabling the identification of the main input pathways for different trace elements in cement.

Input pathways were differentiated in the following input-classes:

- Primary raw material Limestone, marl, clay, sand
- *Primary fuel* Hard coal, brown coal, petroleum coke, oil slate
- *Secondary fuel* Used tyres, waste oil, scrap wood, waste fractions from industry and trade

- *Secondary raw material* Iron ore*, ore surrogates from iron- and steel industry (e.g. steel dusts), foundry sand
- *Blending agents* Gypsum, FGD gypsum, anhydrite, fly ash, blast furnace slag

* The attribution of iron ore is not clear. It is either treated as a primary or as a secondary raw material. In this calculation it is classified as a secondary raw material.

Table 2: Comparison of measured [1] and calculated trace element concentrations in cement.

<i>Trace element</i>	<i>Number of measurements</i>	<i>Number of measurements below detection limit</i>	<i>Measured mean value (ppm)</i>	<i>Measured range (10-90 percentile)</i>	<i>Calculated mean value (ppm)</i>	<i>calculated range (10-90 percentile)</i>
Arsenic	417	20	6,8	1.6 – 13.6	7.9	5.1 – 11.2
Cadmium	417	26	0,4	0,1 – 0.8	0.7	0.5 – 1.0
Cobalt	418	0	10	4 – 17	9	7 – 12
Chromium	418	0	40	23 – 59	44	35 – 52
Copper	417	0	25	9 – 43	35	25 – 46
Manganese	418	0	680	255 – 1268	1174	621 – 1804
Nickel	418	0	24	13 – 39	37	28 – 47
Lead	418	0	27	10 – 48	35	23 – 50
Antimony	414	61	6	1 – 15	4	2 – 7
Tin	411	29	4,6	1.6 – 10.6	7.6	4.4 – 11.3
Vanadium	418	0	56	30 – 96	60	47 – 76
Zinc	418	0	140	48 – 291	136	91 – 190

The pattern of distribution of trace element input between different input pathways in our model cement could be defined in three categories.

<i>Characterization</i>	<i>Elements</i>
I. Amount of trace elements in primary raw material less than 50 %	Cd, Cu, Zn
II. Amount of trace elements in primary raw material around 55 %; input predominantly by fuel; input by secondary raw materials less important	
a) input predominantly by primary fuels	Ni, V
b) input predominantly by secondary fuels	Pb, Sb
III. Amount of trace elements in primary raw material around 55 %; input predominantly by secondary raw materials, input by fuel negligible	As, Co, Cr

From each category I, IIa, IIb and III one trace element was chosen as a representative and their distribution between various input pathways is shown in Figures 2 to 5.

The following conclusions can be drawn from the Figures shown below:

Zinc is being introduced to cement by primary raw material to less than 40%. While primary fuel is negligible, all other input-classes play an important role as input pathways. Especially secondary fuels, e.g. used tyres and waste oil, affect the total Zinc concentration in model cement.

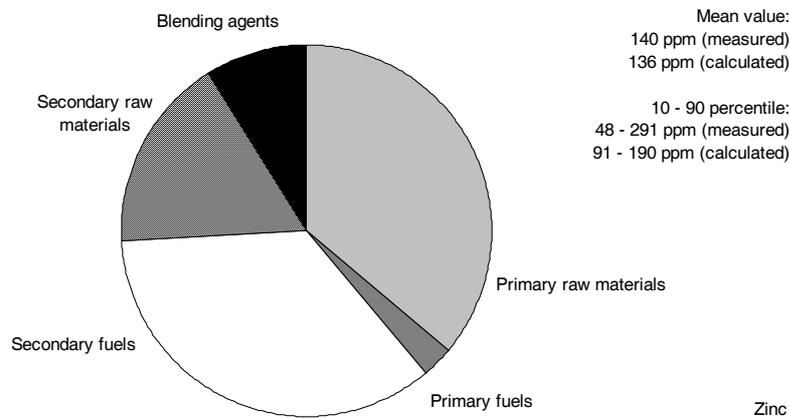


Figure 2: Category I; relative amount of various input-classes making up the total Zinc concentration in model cement.

Antimony and Vanadium are being introduced to cement by primary raw material to around 60%. The residual 40% are predominantly made up of the input class fuel. While secondary fuel types are responsible for Antimony input in cement (especially used tyres and plastics), Vanadium is introduced to cement mainly by primary fuel types (petroleum coke).

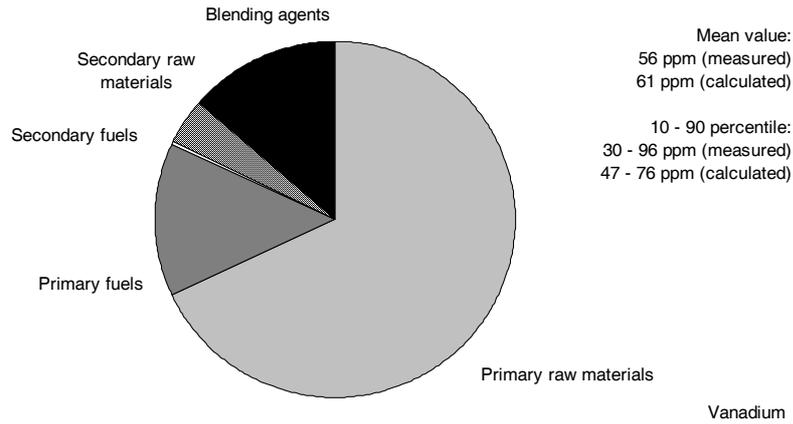


Figure 3: Category IIa; relative amount of various input-classes making up the total Vanadium concentration in model cement.

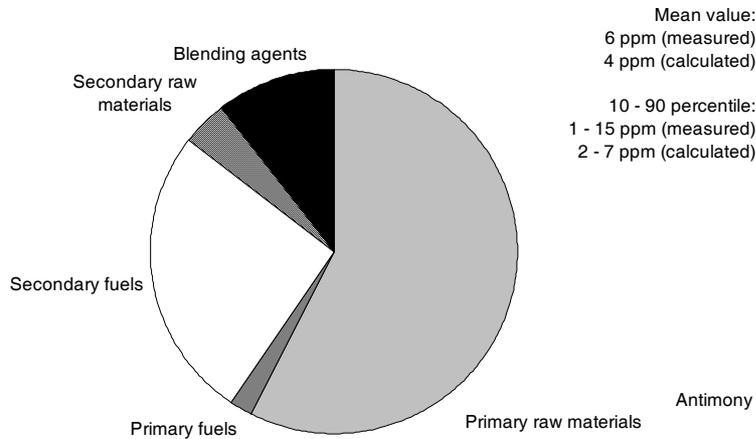


Figure 4: Category IIb; relative amount of various input-classes making up the total Antimony concentration in model cement.

Chromium belongs to category III. Apart from primary raw material various secondary raw materials play a major role as input pathways, especially iron ore and ore surrogates from iron- and steel industry have to be mentioned.

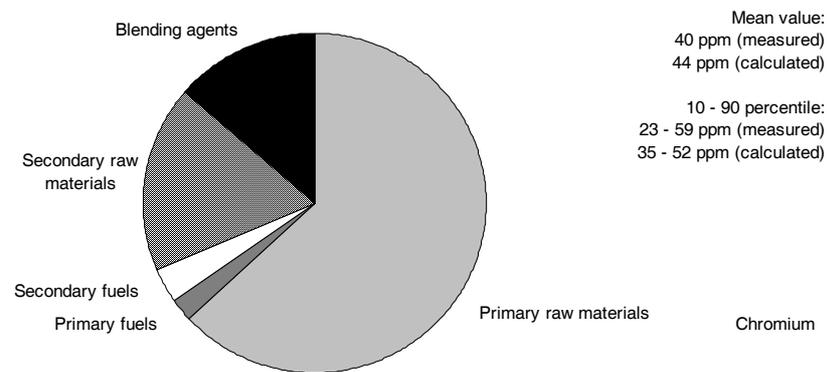


Figure 5: Category III; relative amount of various input-classes making up the total Chromium concentration in model cement.

Conclusions

Altogether, the presented results show, that the mass flow analysis is capable of making complex technical processes, such as the cement process, more transparent and deliver an insight in substantial coherences. Calculated concentration values for trace elements in cement correspond to measured concentration values, indicating that the measured values are plausible. Contrary to the assumption that primary input-materials are responsible for trace element values in cement, it was shown that secondary raw materials, fuels and blending agents have a significant effect on the total trace element concentration in cement.

In addition it has to be investigated whether the measured trace element concentrations in cement represent a hazard potential to the environment. This topic was not covered in the presentation and will be the focus of future work.

Acknowledgements

We thank the Umweltbundesamt (UBA) for financial support by the Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU).

References

- [1] Verein deutscher Zementwerke e.V. (VDZ) (2001): Umweltdaten der deutschen Zementindustrie 1999.



Bettina-Johanna Krings (ITAS)

Durch die Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien wurde seit Ende der 60er Jahre des vergangenen Jahrhunderts eine dritte technische Revolution prognostiziert, die den Übergang zur „postindustriellen Gesellschaft“, „Dienstleistungsgesellschaft“ oder „Netzwerkgesellschaft“ einleiten sollte. Unabhängig davon, wie dieser Übergang begriffen wird, bleibt es unumstritten, dass sich mit Hilfe dieser neuen Technologien enorme Veränderungen im Rahmen inner- als auch außerbetrieblicher Organisationsstrukturen sowie der Grenzziehung von Erwerbsarbeit und Lebenswelt vollzogen haben.

Im ITAS wurde das Verhältnis zwischen Informations- und Kommunikationstechnik und Arbeit bereits in den späten 1970er Jahren mit dem Projekt *Sozialwissenschaftliche Begleituntersuchung zur Einführung von Verfahren des rechnerunterstützten Konstruierens* bearbeitet. Die Fragestellung des Projekts, wie und in welchem Ausmaß sich die Arbeitsbedingungen durch die Einführung dieser Technologien verändern, ist bis in die heutige Zeit aktuell geblieben. Im Rahmen des EU-Projekts „Information Society, Works and the Generation of New Forms of Exclusion (SOWING)“, das im Jahre 2001 abgeschlossen wurde, stand die methodische und konzeptionelle Verknüpfung der Einführung neuer Technologien und deren Auswirkungen auf soziale Ausgrenzungen im Mittelpunkt der Betrachtung. Der nachfolgende Artikel stammt aus dem Sammelband zum SOWING-Projekt. Angesichts der öffentlichen Debatte um neue Arbeitskonzepte wird sich ITAS weiterhin diesem Themenbereich widmen. Im Rahmen des EU-Projekts *Work Organisation and Restructuring in the Knowledge Society (WORKS)* wird die Bedeutung neuer Wissens- und Organisationsformen für die Erwerbsarbeit untersucht.

Hen or Egg? – The relationship between IC-technologies and social exclusion

Bettina-Johanna Krings

Zuerst erschienen in: Bechmann, G.; Krings, B.-J.; Rader, M. (Hrsg.):
Across the divide. Work, organization and social exclusion in the European
information society. Berlin: edition sigma 2003, S. 123-138 (Gesellschaft –
Technik – Umwelt, Neue Folge 3)

1 Poverty, Social Exclusion and Unemployment

In the social-scientific and socio-political debate, there is no reliable and universally-accepted definition of poverty, because this subject lies within the common ground of diverging normative interests. Definitions of poverty combine, as a rule, traditional as well as modernized views of its causes, circumstances, and central problems. In principle, however, such definitions have to be generally acceptable – that is to say, compatible with the general public's ideas of solidarity – because they implicitly include a postulate for financial support of the needy (Bieback/Milz 1995).

In a very large number of Third World-nations, the definition of poverty strongly emphasizes the situation of extreme material need. The term in this sense includes, therefore, complete or almost total destitution, homelessness, a situation which doesn't even assure survival on the minimum level of physical subsistence, and often hunger, malnutrition, a high rate of infant mortality, and the complete lack of medical care and of educational opportunities.

In the western industrial nations, the term was broadened to include socio-cultural aspects, because crises of acute material need as described above are seldom relevant for these countries. The decisive factor for the operationalization of poverty is, of course, still the receipt of social welfare assistance, or of continuous aid to subsistence, or the poverty line. The meaningfulness of such primarily economically-defined bases of assessment is, however, quite limited, and is, on the whole, not very satisfactory. For this reason, newer attempts make use of situation analyses of the person's general circumstances, which put the cultural and social behavior patterning, the influences and effects of poverty-caused life worlds in the foreground. With this method, it is possible to describe situations which, due to

their lack of material and immaterial resources, result in relatively unstable circumstances. In modern social structures, poverty can be made comprehensible only by taking these circumstances into consideration.

Particularly in the Anglo-Saxon discussion of situation analysis, the term “social exclusion” has established itself, which – in a first approximation – can be defined as follows: “as the process through which individuals or groups are partially or wholly excluded from participation in their society. Such exclusion can result from limited access to employment, benefits or social services” (NISW¹ Briefing 1999).

As a rule, social exclusion takes place on two levels:

- a) on the material level, by the exclusion from social resources, such as gainful employment, welfare benefits, educational opportunities – in other words, from the entire palette of resources, which found and secure the chances for personal development for the present and for following generations;
- b) on the immaterial level, material exclusion often leads to social exclusion, which, in consequence, can result in physical and mental illness².

Methodological and empirical controversies notwithstanding, there is a broad consensus on the thesis that unemployment, especially when it persists for a longer period or is repeatedly experienced, is one of the most important causes of pauperization and, in consequence, of social exclusion.

If one takes a closer look at the connection between social exclusion, unemployment, and poverty, three points become obvious:

- a) Unemployment quite often results in social exclusion, but a job is not necessarily a guarantee for social integration. Only work which is paid at an acceptable rate makes the development of long-term perspectives possible.

1 NISW stands for „National Institute for Social Work“, which focuses its interest on the evolution of labor. The Institute is situated in London.

2 In scientific literature, some authors also differentiate according to „objective“ and „subjective“ problems. Objective problems would concern things like income, living space, education, social relationships, and health, whereas subjective problems have to do with loneliness, happiness, anxiety, etc. (Habich 1996).

- b) Providing equal opportunity is not to be equated with levelling the wage and salary differentials. One of the most effective methods of fighting poverty is to insure that everyone has equal access to social resources.
- c) Social exclusion is not limited to the labor market, but affects all aspects of daily life (Royal Economic Society 1999:1).

The massive rise in unemployment in Europe in the past two decades has, in fact, not led to manifestations of extreme poverty, but with the continuing crisis on the job market, a “class of hard-core unemployed” (Altvater/Mahnkopf 1997) has arisen, in which young people, women, and unskilled or poorly qualified workers are increasingly concentrated. Until now, the more or less well-developed welfare systems in the European nations were able to act as a margin of safety, which protected a great number of the persons affected from endangerment of their naked existence³. But nonetheless, unemployment contributes in great measure to the process of social exclusion. Independent of the financial means it provides, gainful employment is the basis for personal dignity and participation in western society, as well as for further personal future prospects. Especially for young people unable to find entry into the job market, this means a high degree of social disintegration and hopelessness.

If we take a look at developments on the labor market, we find that the rate of employment stands in a close relationship to the introduction of new technologies and their social and cultural consequences. The immediate effects of new technologies on new forms of work-structures are, in fact, difficult to determine empirically. In order to avoid a strong technological bias in the scientific perspective, it seems important to consider carefully the normative objectives and goals, which are connected with the introduction of IC-technologies. But nevertheless it is difficult to define clearly the causes and the effects of new technologies as well as the technical changes and its social consequences. The theoretical framework of the SOWING-project also has to deal with this problem and it always depends on

3 Great Britain is an exception in this respect. Under the Thatcher administration, the number of households with low income doubled, and an extreme intensification of social exclusion took place (cf. Media Briefings 1999). A study just published by the London School of Economics, moreover, points out a clear relationship between unemployment or low income and poverty, which afflicts a great number of families and young people in Great Britain. State strategies of reducing social expenditures in order to force the former recipients onto the job market have worsened the problem dramatically in the past years (El Pais 21.07.1999:1).

the methodological level whether it prefers more the technological development or the social consequences.

The intention of the article is to present the concept of social exclusion within the SOWING-project. Of course this concept is embedded in the scientific debate of the Information Society, which has a strong technological focus and represents the discussion of the Western, highly industrialized societies. But nevertheless the empirical findings of the SOWING project come to the general conclusion, that the rise of new forms of social exclusion cannot be considered as the result of the introduction of ICT, but as the result of the normative idea of a more effective and global organized economy. The social consequences of this development depend strongly on the establishment of a democratic procedure, which integrates the concerning social groups.

2 The Development of Information and Communication Technologies and Social Exclusion

Due to the development of global markets and to increasing economic connectivity, international competition has intensified. The harder economic competition becomes, the shorter the “half-life” for technological innovations. The attempt to introduce new technologies as rapidly as possible results in increased costs and growing risks in research and development (Altvater/Mahnkopf 1997: 351). The result of this situation was that – under the pressure of high costs and risks – new in-company strategies were sought, in order to minimize the financial risks on the one hand, and to bring the technological innovations onto the market as quickly as possible on the other. In addition to the urgency of commercializing innovations as soon as possible, the increasing integration of industrial engineering and process technology compels the companies to master both of these quite different but complementary technologies. These developments have, on the whole, led to the fact that two different types of strategy have been generally adopted: the production-technical and the organization-structural strategies (Altvater/Mahnkopf 1997: 352).

As part of the *production-technical* strategy, a new wave of automation was implemented at the beginning of the Nineties, especially in manufacturing, and restructured the entire field of production with the aim of reducing manpower by

increasing productivity⁴. In the future, an intensification of these trends is more probable than their amelioration, because technical innovations are being planned which would permit the organization of a globally standardized type of products and production processes, so that various market segments could be produced anywhere (Rifkin 1998)⁵.

The *organization-structural* changes reach from a system of outsourcing (services and goods) and new forms of work organization (levelling hierarchies, Total Quality System) to flexible structures of organization (decentralized organization, i. e., units which cooperate only for the duration of certain projects, consistent self-organization with the purpose of permanent optimization and change) (Aulenbacher/Goldmann 1993). This strategy is remarkable inasmuch as the sets of institutional rules between employees, employers, and the state no longer apply, because new labor-structures develop as a result of socio-technical change.

The intention behind these innovations is not new. The purpose is the general acceleration of the manufacturing-process. From this increase in speed the entrepreneurs hope to gain advantages in competitiveness on the market. What is new is the fact that labor can be distributed worldwide. “The locations where goods and services are produced are easily interchangeable and are therefore only provisional” (Altwater/Mahnkopf 1997: 356). Simultaneously, the principle of acceleration in time has led increasingly to international mergers. In this manner, – with strategically-chosen allies – key technologies can flow into new generations of products and competitive advantages be increased.

A central prerequisite for the globalization of markets are the new information and communication technologies, as *the* presupposition for new business strategies. In this process, new forms of management develop, that is to say, “networks” develop between decentralized company segments, which coordinate their mutual relationships electronically. By means of these technical methods of connectivity,

4 This strategy is by no means new; it can be traced throughout the entire process of industrialization. In the automobile industry, this production-strategy has, in the past years, again led to mass dismissals. For example, in Germany alone in 1992 more than half a million jobs in production were abolished (Rifkin 1998: 21).

5 For example, at present two Japanese companies (Hitachi and Toshiba) are already working together with an American university (Berkeley) and with the Fraunhofer Institute for Production Engineering and Automation in Stuttgart on an „intelligent“ production-system for the factory of the 21st century. The aim is the development of a programmable manufacturing system for the production of hundreds of product-variants in one and the same product line (Altwater/Mahnkopf 1997: 352).

it becomes possible even for small businesses to divest themselves of functional areas, or to buy products and services on the international markets (Altwater/Mahnkopf 1997: 358ff.)⁶.

With the help of modern information and communication technologies, processes of acceleration and globalization can be set in motion, which already exert strong influence on the organization of work, and on the change of occupational structures.

The interface between information and communication technologies and the job market lies in the segments of the various companies. This means that efficient savings are no longer made at the cost of the individual operations of labor and manufacturing, but in the entire chain of production – from the development of products via manufacture to their commercialization. “Intercompany, group-wide and intergroup information and communication systems make possible the comprehensive analysis of all sub-processes, and their reorganization to a complete system (...). Above all, research and development which is oriented as closely as possible on market demands and on the necessities of manufacturing, process-oriented quality assurance, and a differentiated, elaborate system of logistics are developing into the decisive means of controlling the entire process” (Altwater/Mahnkopf 1997: 361)⁷.

According to the literature these developments have led to the following tendencies on the national labor markets:

In manufacturing, or rather, in the entire production sector, phases of intensive rationalization have taken place, and have led to mass dismissals. One assumes that this trend, on the whole, will continue. Primarily the older and the less well-qualified male and female employees are “phased out”; these people are excluded from the system of economic circulation, and have as good as no chance whatsoever of finding a new job. The number of workers employed in the secondary sector has decreased constantly and regularly in the past few decades, and

6 In the case of large multinational concerns, this is already to a great degree the normal case, where – for example, in the automobile industry – the parent company is responsible only for assembly and distribution.

7 The characteristic features of „virtual“ organizations won't be discussed here in greater detail. What seems to be decisive, however, is that the comprehensibility of the organization and simultaneously the degree of integration diminish, or rather, also dissipate into a „virtual reality“. This applies in particular for room and real net output, but also for customers and suppliers.

now amounts to less than 20% of the gainfully employed (Bosch 1998, Altwater/Mahnkopf 1997, Rifkin 1998).

Services, on the other hand, were long thought to be the expanding sector, where job-losses could be compensated and new demand for manpower, particularly for young people and for qualified workers, would arise. But particularly in this sector the organization-structural changes mentioned above took place in the Nineties, so that – for example – the model of a lifelong full-time job, in reality, no longer can be seen as typical for a great number of the gainfully employed. In “lean management” concepts, with the aim of “slimming down” companies and businesses, “participative” and “participations-oriented” aspects are emphasized in job-specifications, but at the same time, high demands are set on the qualifications for these positions.

By means of computer-assisted systems of information-gathering, and by setting standards, modernly-equipped enterprises are able to collect and evaluate data in various networks on date of order bookings, volume of trade, customized delivery, processing time, quality assurance, (labor) cost(s) structure, and so on. The purpose of this data-processing is permanent self-monitoring and control of the economic situation (Hirsch-Kreinsen 1995).

These technical support systems make a “thinning out” of middle and lower management possible, and, with it, the dismissal of qualified employees. The abolition of formerly linear careers in business goes hand in hand with a complex transformation of role-demands, which, in turn is coupled with job-pruning, and therefore also with intensification of in-company and external competition for jobs. This situation has been predicted for the coming years, in particular for the fields of banking and for the insurance business, where potential for rationalization hasn’t yet been exhausted (Rifkin 1998). Excellent qualifications, temporal flexibility and mobility, communicative skills and social competence as indispensable prerequisites for long-term employment are tailor-made for young people with “no children, loose social relationships, stress-tolerant to the limit of their physical ability, and temporally extremely flexible” (Deutschmann et al. 1995: 489). Especially older people and those bound in firm social relationships which entail responsibilities, who are no longer able to meet the new requirements, are “de-hired”. The requirement profile of modern labor structures makes clear where the interface to the job market lies, or rather, where the least opportunities for taking part in society’s work are to be found. Elder men and women, as well as unskilled and poorly qualified workers have very slim chances of finding work.

After more than two years of unemployment, integration into the labor market is practically impossible for such candidates. But even skilled and highly qualified persons who would have to make familial compromises have great difficulties to keep themselves long-term or lifelong on the job market⁸.

For these reasons, various forms of free entrepreneurship, free-lancing, or other free and informal forms of work are preferred, in order to be able to combine the minimization of personal needs with professional ambitions.

Do these tendencies reflect the empirical findings of the SOWING project? What relationship between the introduction of the IC-technologies and social exclusion have been found?

3 The concept of “social exclusion” within the SOWING project

The SOWING project investigates the question of to what extent the introduction of modern IC technologies leads to new forms of “social exclusion”. The theoretical construction of the logic of argumentation builds up on a very broad base. It leads from the analysis of the introduction of ICT in various branches and sectors via the observation of organisational restructuring inside and outside the firms to the formulation of possible risks for specific groups of employees. The term “social exclusion” in the framework of this project does not coincide entirely with the definition which refers to exclusion from all (social and cultural) reference points to life in modern societies⁹, but here concentrates concretely on exclusion from working relationships.

This corresponds with the argumentation logic of the project, which thus also reflects the current situation of the labour market in Europe, in which increasing numbers of people are being excluded from the labour market, which subsequently very often leads to social and cultural exclusion. The extent to which the introduction of new technologies plays a role in these processes is the central topic of the project, that is to say that there is a search for a possible link between technological development and its impacts on exclusion and integration into the work domains of the firms. The results confirm the thesis that the introduction of new

8 I would prefer to omit the specific situation of women on the labor market in the present article. It will be treated separately elsewhere.

9 Mainly within the debate on poverty the term refers to a combination of living conditions which can lead to forms of social exclusion, such as lack of education, sickness, loss of dwellings, debt and long-term unemployment.

technologies does not lead to changes of job profiles and/or job losses as much as the processes of organisational restructuring inside and outside the firms.

This does not mean, that the restructuring strategies of companies will lead to an absolute decline in the number of jobs, on the contrary, projections of the future demand for managerial and professional workers suggest an significant increase. But we can identify an increase in the sense of 'risk' among employees in these occupations. With the demise of the bureaucratic business structure these groups of workers have to accept *flexible* career patterns (Brown 1995:36, Wieland/Scherrer 2000). Flexible career pattern affects the whole range of work: the work profile, the external and internal organisation of work and last but no least the institutional concept of work, every country has been developed.

In the literature there are mentioned several types of flexibility like i.e. 'functional flexibility' (Beatson 1995) or 'external flexibility' (Hart 1987). External flexibility responds to the internal flexibility, that means, that changing requirements of the market have a direct impact of the workforce. The central hypothesis according to the introduction of flexible career pattern is, that the future employment market is described as being highly segmented, which includes several forms of working conditions. They involve temporary working, part-time working, homeworking, or casual labour as well as subcontractors or self-employed workers. It is likely that the status of employment will change often, people may be employed on the basis of a short-term conventional labour contract, they may work as independent entrepreneurs on a contract or they may become unemployed for some time.

The central point is, that the work situation will become much more *insecure* (Fricke 2000, Huws 1998). The risk includes temporary, part-time or other flexible working forms outside the remit of social protection regulations, precarious, poorly paid and socially marginalised. In sum through the new forms of organisational changes conventional career perspectives and employment security does not matter any longer. There are arising new risk groups arising, such as middle management, foremen or some specialist groups, which were for al long time seen as core workers, sheltered by 'internal labour market'¹⁰. In this process the ICT plays a crucial enabling role in organising these flexible working pattern, but they do no determine this structure. Generally we may speak about 'risk factors', which

¹⁰ This data does not include risks of poverty which are comun for modern societies and which can lead to specific forms of social exclusion like i. e. the numbers of children, divorce, case of illness (see Herkommer 1999).

for some social groups may create a certain degree of vulnerability of their job security. But the introduction and the increased use of ICTs rarely result into social exclusion risks.

Within the project the following questions become important: What are the preconditions for the successful integration into the labour market or on the other hand what are the risks for social exclusion for some social groups in future labour conditions? Are there specific forms of social exclusion?

These questions were examined more closely for the empirical results in the project.

4 Risk factors for Social Exclusion

We may assume that the organisational changes inside firms, the changing market conditions and the increasing competitive pressure on the markets have led to a steady change in job profiles and professional expectations with regard to employees. This observation applies to the German results as well as to the other countries¹¹, although some differentiation by branches and sectors would be necessary, since it is possible that there will be great differences with respect to the changes. This differentiation was not possible within the present research work.

Indicators for a value change in the framework of professional work refer to the aspects *skills, temporal and spatial flexibility*, which can have impact on age and gender and on *reflexively* designed forms of work structures.

According to the *skills* the empirical findings show a trend to higher demands on the employees. For example, in some companies which used to employ even unskilled laborers, there are at present practically no more openings for unqualified personnel or the number of such openings has at least been drastically reduced. The reason for this situation lies in the automation of many routine chores, which has been made possible by ICT.

The increasing importance of formal qualifications is, however, only one aspect of the changes; other demands on the various skills of the employees have also risen. For example, in the companies in the sample creativity has become more important for the employees. Other very often demanded skills are, for instance, organizational ability or multi-skilling. Also IT-competence has gained

¹¹ The following results mainly belong to the German findings, although the national reports of the partner countries have shown similar results, which have been discussed as the 'globalization of work'.

in importance. This trend comprises, on the one hand, intensification of the application of IT in companies which have long since worked with this technology, and on the other hand, its introduction into firms which hadn't used it before. The level of IT-skills required is in these cases, of course, quite different.

Except for the increased demands on formal qualification and on various skills, emphasis on continuous further training of employees is also ascertainable in the sample.

The *Spatial and Temporal Flexibility* is a crucial indicator for the changing nature of work within the frame. Flexibility is required above all for accommodation to customers' demands and orders position. This means that working hours are determined primarily by the requirements of production or of the service department. Concepts of temporal or spatial flexibility – for instance in the form of teleworking – differs from country to country. The social acceptance, the legal organisation of these concepts as well as the spreading of these models depend strongly on the political and social traditions of the countries within the sample.

The central point is that the concepts of temporal and spatial flexibility are more and more in conformity with the corporation's increased needs. Whenever quick reactions to customers' wishes and orders become possible via ICT, this speed will develop into a standard which the company has to meet, and which the employees have to realize. In the sample, there are indications that such high demands on the workers' flexibility most probably meet with resistance in the manufacturing area, while such demands are accepted as understood by the employees in the expanding area of customer service.

Flexibility of the work organisation – especially in the service area – refers to new forms of work, such as work organised in the form of projects, i.e. work lies within the area of responsibility of the employees and must be structured independently by these with respect to time, space and content. For the temporal dimension this means that deadlines have to be kept, implying the need to work in evening and at weekends, which often proves difficult for people with family commitments. The same applies to spatial flexibility, which does not only mean working independently of one's place of work, but also willingness to travel or on projects at different locations. Flexibility with respect to content means willingness for above average commitment, willingness for lifelong learning, i.e. to continuously upgrade skills and learn new things, to remain open to change and to introduce this into work in a constructive manner.

In contrast to the production area, the results indicate great acceptance of these changes on the side of the employees. In many cases the contracts regulating working conditions and the career pattern are already linked with conditions as prerequisites for job appointments. In addition, instruments for controlling and evaluation are increasingly being introduced with the aim of having motivating effect on the employees.

For young people these manners of work amount to challenging perspectives for their own biography and career planning. These forms of work meet with approval in areas of skilled work in particular, since work is complex and multifaceted and, if conditions are fulfilled, can lead to rapid and stimulating career patterns. Here it was not possible to recognise any gender-specific differences. On the contrary, young women usually feel challenged by these circumstances and do not feel discriminated. On the side of the firms it was also not possible to establish any gender-specific distinctions with respect to employment policies. Women were frequently preferred in some branches due to the “social competence”. This observation applies less to traditional firms and leading positions than to small, modern and compact firms.

These conditions can have restrictive impact on the career patterns of employees with family commitments. It was possible to observe a degree of resistance against these forms of work, mainly in firms bound by tariffs, since here there was an institution defending traditional and formalised forms of work, and the transition to new forms was at least made an issue and discussed.

The *reflexivity* of work refers to the link between gainful employment and the perspective of leading daily life and identity. The flexible requirements of the labour market are increasingly linked and united with concrete actions of daily life. Here, we are concerned with the question of how people integrate the partly highly contradictory challenges from various sectors into their lives. With respect to leading daily life, interest is in how these activities are regulated and structured with respect to their temporal, factual, spatial, social and meaning dimensions. Here, we are not concerned with a collection of everyday activities, but with their skilful coordination, organisation and integration in daily life. One’s job, household work, family work, leisure activities, self-determined work, further education and social life are developed and shaped as an integrative concept of leading life (Behringer 1998).

“Reflexive” structures are also increasingly determining the profile of gainful employment. Here too the active arrangement of the factual, temporal, social and

emotional dimensions is being increasingly adopted in areas of work. This calls for an altered skill profile and above all the reflexive ability to create individual life styles in the area between gainful employment and daily life.

The reflexivity of work is linked closely with the subject of flexibility, but also points well beyond this into the area of individual shaping of work. This subject has seldom been treated and validated scientifically, but the results of the case studies do show that the subject is gaining importance, in particular in those firms where the organisational change has made progress.

Here too the results indicate a break between the generations or the willingness of the younger generation to commit themselves to a close tie between work and life styles. It is mainly women who are attracted by this model since it provides the opportunity to break down the barrier traditionally institutionalised in Germany between gainful employment and the private sphere.

5 Consequences for Social Exclusion

In summary, the results of the SOWING project indicate that it is not possible to establish a linear connection between ICT and processes of social exclusion. Changes in the profile and conditions of work are taking place within the framework of organisational changes, which can naturally only take place in many respects due to the potentials of ICT.

As for the other regions covered by the project, it is true for Germany that new forms of the organisation of work are emerging which exist in parallel with traditional work structures and influence these according to branch or sector. Whether these changes are perceived by the employees as a threat or as an opportunity depends on the possibility of participation in these processes.

On the basis of the preceding sections, the conclusion can be drawn that older as well as unskilled employees are particularly endangered by the changes in business enterprises. The automation of many routine chores made possible by ICT reduces the demand for less well-qualified workers. At the same time, rapid technological change requires continuous re-training of the employees. This puts especially older employees under pressure, because they are, at the very least, held to be slow learners.

In all of the companies in the sample in which reorganization of the employment structure became necessary, management relied on long-term change, which obviated dismissals. The focus of restructuring was set on taking on new labor:

only young people, on principle, were hired in all areas, and only in two companies there are still not inconsiderable employment opportunities for unskilled workers. On the basis of the sample, therefore, we can draw the conclusion that the employees which had been affected by the changes in the business enterprises were and are relatively well protected from social exclusion, whereby on the one hand, the company's image, and on the other hand, the existence of institutional frameworks, which make early retirement and part-time work for older employees possible may have played an important role. In the meantime, this restructuring is – in the companies studied – already relatively far advanced, so that primarily recruitment policy is decisive. This last seems to exclude older and unskilled job seekers for the most part from the labor market.

It is interesting for the German Case that none of the companies sees a functional co-operation with the job placement division of the Labor Office. Either they have made the experience that the personnel they are looking for isn't available there, or that organizational problems arise, so that openings are published either too late, or with incorrect or incomplete information. In corporations, there are job-creating measures (Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen: ABM) financed by the Labor Office. But these are for the participants hardly a step towards re-integration into the "first" (i. e., official) labor market: the ABM-employees are principally not hired by the corporation, and the vacancies are always filled with new applicants.

As far as the employment of women is concerned, the transformation brought about by ICT in the corporations studied has brought about almost no improvement. Only a few cases indicate that women in general can profit from the increasing importance of the services sector. There we may assume a big coincidence with the tendencies described in the literature. The extreme demands on temporal flexibility, on the other hand, make it, at the same time, more difficult to reconcile an occupation with a family, even in these companies, so that the postulated family-orientation isn't necessarily realized in daily working life.¹² The temporal flexibility required is, in other companies in the sample as well, a hindrance for women – at least, if they have children. On the whole, therefore, new employment perspectives for women are hardly to be discovered in the sample.

12 Regarding the difficulties for women employment Germany plays a poor role within the European countries. For historical, economic, cultural and political reasons there is still a gap between the possibility to work full time and family life (Lenz, Nickel, Riegraf 2000).

Concerning the older and unskilled job seekers, they are confronted with great difficulties in trying to set foot onto the “first” or official labor market. They are almost never hired, because in many companies continual change of the technical equipment and, concomitantly, of the job profiles for the employees are to be expected in the future as well. Only the highly qualified and very educable applicants are, under these circumstances, held to be acceptable. Consequently, older and unskilled job seekers run the risk of being completely and finally excluded from the official labor market. State institutions, such as the Labor Offices, are apparently hardly able to set anything against this development. Their cooperation with business enterprises is revealed in the sample as relatively unsuccessful, and the “second”, or unofficial, labor market is only in the rarest cases a bridge back into gainful employment.

The results of the study indicate job-related risks at two levels. On the one hand it was possible within the project to identify social groups which will emerge in the long run as the losers in the processes described. Criteria for exclusion manifest themselves in the aspects skills, age and gender. As a consequence of the modernisation process these criteria are by no means novel but link with a development, by which these groups are traditionally viewed as “vulnerable” on the labour market.

On the other hand, the results also indicate new models of individualisation and openness of careers, which have special impact on the individualisation of career uncertainty. Limited-term work contracts, the flexibilisation of careers, performance-oriented job profiles and careers as new organisational concepts of work indicate that the model of institutionalised professions is undergoing strong change. These changes will in the long run lead to social and cultural changes, both at work and in private life. For this reason, career planning is increasingly linked with biographical planning.

The form and extent to which these models of work have already asserted, or will in future assert, themselves in the various countries differs greatly from the socio-political conditions prevailing in these countries. The assessment of this development must for this reason take place individually, i.e. against the background of the existing working law framework.

In Germany it is currently the case that with the hollowing out of the benefits of the welfare state and of social matters, traditional political space, not only for social security, but also for education and training, is being undermined (Sauer 1999). The extent and form in which work in its extend form will once again be

integrated in a democratic, i.e. participatory, process will be decided by the future debate on work and its consequences.

Literatur

- Altwater, E.; Mahnkopf, B. (1997): Grenzen der Globalisierung. Ökonomie, Ökologie und Politik in der Weltgesellschaft. 3. Aufl. Münster.
- Aulenbacher, B.; Goldmann, M. (Eds.) (1993): Transformationen im Geschlechterverhältnis. Beiträge zur industriellen und gesellschaftlichen Entwicklung. Frankfurt/New York.
- Beatson, M. (1995): Labour Market Flexibility, Employment Department, Research Series No. 48.
- Behringer, L. (1998): Lebensführung als Identitätsarbeit. Der Mensch im Chaos des modernen Alltags. Frankfurt/New York.
- Bieback, K.-J.; Milz, H. (Eds.) (1995): Neue Armut. Frankfurt/M.; New York.
- Bosch, G. (Ed.) (1998): Zukunft der Erwerbsarbeit. Strategien für Arbeit und Umwelt. Frankfurt/M.
- Brown, P. (1995): Cultural Capital and Social Exclusion: Some Observations on Recent Trends in Education, Employment and the Labour Market. In: Work, Employment & Society 1/9.
- Fricke, W. (Ed.) (2000): Jahrbuch Arbeit und Technik 1999/2000. Berlin.
- Gómez, L. (1999): Cuatro millones de niños malviven bajo condiciones de pobreza en el Reino Unido. In: El País digital, 21.07.'99, S. 1-2.
- Habich, R. (1996): Problemgruppen und Armut: Zur These der Zwei-Drittel-Gesellschaft. In: Zapf, W, Habich, R. (Eds.): Wohlfahrtsentwicklung im vereinten Deutschland. Sozialstruktur, sozialer Wandel und Lebensqualität. Berlin, S. 161-185.
- Hart, R. (1987): Working Time and Employment. London.
- Herkommer, S. (Ed.) (1999): Soziale Ausgrenzungen. Hamburg.
- Hirsch-Kreinsen, H. (1995): Dezentralisierung: Unternehmen zwischen Stabilität und Desintegration. In: Zeitschrift für Soziologie, Jg. 24, H 4, S. 422-435.
- Huws, U. (1998): Flexibility and Security: Towards a New European Balance. Citizens Income Trust. London.
- Lappe, L. (1993): Berufsperspektiven junger Facharbeiter. Eine qualitative Längsschnittanalyse zum Kernbereich westdeutscher Industriearbeit. Frankfurt/M.

- Lenz, I., Nickel, H. M., Riegraf, B. (Eds.) (2000): *Geschlecht – Arbeit – Zukunft*. Schriftenreihe der Sektion Frauenforschung in der Deutschen Gesellschaft für Soziologie.
- NISW (National Institute for Social Work): *Social Exclusion, Civil Society and Social Work*. In: NISW Briefing No. 18, S.1-4. In: <http://www.nisw.org.uk/polb/fulltext/nisw18.html>.
- Royal Economic Society (RES) (1999): *The Economics of Social Exclusion – It's not simply poverty or unemployment*. In: *Media Briefings '99*, S. 1-2. In: <http://www.res.org.uk/media/atkinson1.htm>.
- Rifkin, J. (1998): *Das Ende der Arbeit und ihre Zukunft*. Frankfurt/M.
- Sauer, B. (1999): *Es rettet uns (k)ein höheres Wesen ... Neoliberale Geschlechterkonstrukte in der Ära der Globalisierung*. In: Stolz-Willig, B., Veil, M. (Eds.): *Es rettet uns kein höheres Wesen ... Feministische Perspektiven der Arbeitsgesellschaft*. Hamburg, S. 215-239.
- Wieland, R.; Scherrer, K. (Eds.) (2000): *Arbeitswelten von morgen. Neue Technologien und Organisationsformen, Gesundheit und Arbeitsgestaltung, flexible Arbeitszeit- und Beschäftigungsmodelle*. Wiesbaden.



Carsten Orwat (ITAS), Thomas Petermann (TAB), Ulrich Riehm (ITAS)

Der folgende gekürzte Artikel ist ein Resultat der Forschungen im Rahmen des TA-Projekts „Perspektiven des elektronischen Handels (E-Commerce)“, das für den Deutschen Bundestages in der Zeit von 2000 bis 2003 durchgeführt wurde. Der vorliegende Artikel verbindet zwei langjährig betriebene Forschungszweige des ITAS, d.h. die Technikfolgenabschätzung zu Informations- und Kommunikationstechnologien und die Arbeiten zur nachhaltigen Entwicklung. In ihm wurde das integrative Nachhaltigkeitskonzept mit seinen ökologischen, ökonomischen und sozialen Fragestellungen auf den Sachverhalt des elektronischen Handels bezogen. Dabei ging es vor allem darum, den Anfang des neuen Jahrhunderts noch großen Erwartungen an den elektronischen Handel – nicht nur im Hinblick auf seine Potentiale für wirtschaftliches Wachstum, sondern auch für den Übergang zu einer stärker entmaterialisierten Wirtschaftsweise – eine Erfassung und Bewertung der ökologischen, ökonomischen und sozialen Wirkungen des E-Commerce bzw. seiner kurzfristig zu erwartenden Folgen entgegenzusetzen. Zugleich steht das Projekt „E-Commerce“ für die Zusammenarbeit des ITAS mit dem Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB).

Nach Abschluss dieses Projekts wurden die Arbeiten zur Verknüpfung der beiden Forschungsgebiete fortgesetzt, wobei die sozialen und wirtschaftlichen Folgen des elektronischen Handels mit digitalen Inhaltsprodukten momentan im Vordergrund stehen, so beispielsweise im Projekt INDICARE – The Informed Dialogue about Consumer Acceptability of Digital Rights Management Solutions in Europe.

Elektronischer Handel und Nachhaltigkeit

Carsten Orwat, Thomas Petermann, Ulrich Riehm

Zuerst erschienen in: Grunwald, Armin (Hrsg.): Technikgestaltung für eine nachhaltige Entwicklung. Von der Konzeption zur Umsetzung, Berlin: edition sigma 2002, S. 245-275 (gekürzte Fassung)

1 Einleitung

Unter Bezugnahme auf vorliegende Forschungsergebnisse – u.a. auf Gutachten, die im Rahmen des TA-Projekts „E-Commerce“ für den Deutschen Bundestag erstellt wurden (Behrendt et al. 2002a, 2002b; Klaus et al. 2002) – wird im Folgenden die mögliche Rolle des E-Commerce für eine nachhaltige Wirtschafts- und Konsumweise skizziert. In den Betrachtungen wird ein integratives Nachhaltigkeitskonzept zugrunde gelegt, mit dem die gleichgewichtige Berücksichtigung ökologischer, ökonomischer und sozialer Nachhaltigkeitsdimensionen angestrebt wird (z.B. Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ 1998). Die Nachhaltigkeitsdimensionen werden in generellen Zielen einer nachhaltigen Entwicklung (Sicherung der menschlichen Existenz, Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotenzials, Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten) umgesetzt und durch ein System von substantziellen Nachhaltigkeitsregeln operationalisiert (Kopfmüller et al. 2001).

Angesichts des noch wenig fortgeschrittenen Forschungsstandes beim Thema E-Commerce und Nachhaltigkeit werden Forschungslücken aufgezeigt und Desiderate der Forschung benannt. Dabei soll deutlich werden, dass tatsächliche und mögliche Beiträge des E-Commerce zur Nachhaltigkeit in Abhängigkeit von den Zielen der E-Commerce-Umsetzungen, den jeweiligen Anwendungskontexten und den einzelnen Formen des E-Commerce unterschiedlich ausfallen.

2 E-Commerce als Beitrag zu einer nachhaltigen Informationsgesellschaft?

2.1 Leitbild und Bezugspunkte des E-Commerce

Das Leitbild einer „nachhaltigen Informationsgesellschaft“ verknüpft das Nachhaltigkeitskonzept mit dem Trend zur so genannten „Informationsgesellschaft“. Es liegt allerdings bisher nur schemenhaft umrissen vor (z.B. Campino et al. 1998; Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ 1998; Enquete-

Kommission „Zukunft der Medien in Wirtschaft und Gesellschaft“ 1998; Schneidewind 2000). Die Hoffungen scheinen insbesondere auf die ökologischen Potenziale von „Immaterialisierung“ und „Dematerialisierung“ in der Informationsgesellschaft gerichtet. Dabei soll vor allem ein Wandel des Wirtschaftens durch einen höheren Anteil der immateriellen Werte „Information“ und „Wissen“ („Immaterialisierung“) stattfinden. Daneben soll durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) das Wachstum der gesamtwirtschaftlichen Produktion von einem Wachstum des Verbrauchs von materiellen Ressourcen entkoppelt werden („Dematerialisierung“) (Bohlin et al. 1999). Letzteres soll vor allem durch die mittels IKT-Einsatz gesteigerte Ressourcenproduktivität innerhalb bestehender Wertschöpfungsprozesse oder durch völlig neue (Online-) Produkte und (Online-)Dienste erreicht werden und damit den Verbrauch von Umweltressourcen als Rohstoffquelle und Senke für Schadstoffe vermindern. Auch werden mit ausreichenden Zugängen zu einer leistungsfähigen IKT signifikante Veränderungen der sozial gerechteren Verteilung des Wissenskapitals und der Informationen sowie diesbezügliche vernetzte Nutzungsmöglichkeiten erwartet (siehe z.B. die „Lissabonner Strategie“ der Europäischen Union; dazu z.B. Laitenberger 2001). Auf diese Weise sollen neue Möglichkeiten der gesellschaftlichen Kommunikation, Partizipation und Selbstorganisation geschaffen werden, die der Realisation von Nachhaltigkeitszielen dienen.

Was hat nun der elektronische Handel mit der „nachhaltigen Informationsgesellschaft“ zu tun? Dazu sollen im Folgenden die Erwartungen an den E-Commerce im Hinblick u.a. auf die Erhöhung der Ressourcenproduktivität, auf die Immaterialisierung oder auf den Austausch und die Nutzung von Wissen und Information verdeutlicht werden. Grundsätzlich stellt der elektronische Handel bzw. E-Commerce ein Handelsgeschäft dar, das auf nicht-proprietären Märkten und über ein interaktives elektronisches Medium, wie z.B. dem Internet, Mobilfunknetzen oder über das digitale, interaktive Fernsehen, abgeschlossen wird. Dabei wird ein Austausch von wirtschaftlichen Gütern gegen Entgelt begründet, der zwischen Unternehmen (B2B), zwischen Unternehmen und Endkunden (B2C), zwischen Unternehmen und der öffentlichen Hand (B2G) oder auch zwischen den Privathaushalten (C2C) stattfinden kann (Riehm et al. 2002, S. 34ff.). Anhand der gehandelten Güter kann man zwei E-Commerce-Formen unterscheiden: den elektronisch unterstützten Handel mit materiellen Gütern und den vollständigen elektronischen Handel mit digitalen Gütern.

2.1.1 Elektronisch unterstützter Handel mit materiellen Gütern

Beim E-Commerce mit materiellen Produkten sind verschiedene Fälle im Hinblick auf ihre Nachhaltigkeitsfolgen zu unterscheiden. In einem ersten Fall bedeutet B2C-E-Commerce lediglich, dass von einem konventionellen Informations- und Bestellmedium des Versandhandels (gedruckte Kataloge, Telefon etc.) in das Internet gewechselt wird. Von den verschiedenen Aktivitäten bzw. Phasen, die einen Handel begründen, finden in der Regel nur die Anbahnung, Information bzw. Werbung, die Kontraktphase (Verhandlung und Vertragsschluss) sowie z.T. die Bezahlung auf elektronischen Wegen statt, während die Distribution in konventionellen Formen, z.B. mit Gütertransporten oder Lagerungen, erfolgt. Da sich lediglich die Arten des Versandhandels ändern, hat E-Commerce wenig ökologische Relevanz. Hierbei sind lediglich unterschiedliche Umweltauswirkungen der einzelnen Kommunikationsformen zu berücksichtigen.

Erst wenn in einem zweiten Fall davon ausgegangen wird, dass der B2C-E-Commerce den stationären Einzelhandel substituiert, kommt es zur Umgestaltung der Warenströme mit potentiell erheblichen ökologischen Folgen, beispielsweise durch vermehrte Heimzustellungen. Insbesondere werden durch IKT räumliche und zeitliche Beschränkungen aufgehoben und damit die vielfältigen Bedarfe nach Transporten verändert. Allerdings ist es beim B2C-Handel generell fraglich, ob überhaupt eine Substitution der Informations- bzw. Vertriebskanäle stattfindet oder eher eine Addition. Dies drückt sich insbesondere in den „Multichannel“-Konzepten aus, bei denen Unternehmen dem Kunden die Information, Kaufabwicklung etc. sowohl über das Internet, per Telefon oder in den Ladenlokalen ermöglichen. Kunden nutzen häufig diese Möglichkeit beispielsweise, um sich umfassender auf verschiedenen Wegen zu informieren.

Auch im Fall des B2B-E-Commerce ergeben sich ökologische Folgen erst, wenn E-Commerce nicht lediglich herkömmliche Kommunikationsmedien ersetzt, sondern wenn E-Commerce unternehmensübergreifende Wertschöpfungsaktivitäten und Warenströme verändert, etwa weil sich die Transportarten ändern oder durch elektronische Koordination von Anbieter- und Beschaffungssystemen Veränderungen der Materialströme ausgelöst werden. Es wird nachfolgend noch gezeigt, dass daraus folgende Umweltwirkungen sowohl positiver als auch negativer Art sein können.

2.1.2 Vollständig elektronischer Handel mit digitalen Gütern

Eine weitere Form des E-Commerce ist der elektronische Handel mit digitalen Gütern, d.h. mit immateriellen Gütern in digitalisierter Form, die vollständig über elektronische Netzwerke ausgeliefert werden. Auch hierbei kann der Handel sowohl zwischen Unternehmen und Endkunden (z.B. Bezahlangebote von Musik, Nachrichten, Datenbankangeboten, Einzelinformationen oder elektronischen Büchern im Internet oder Video-on-Demand Dienste) als auch zwischen verschiedenen Unternehmen ablaufen. Bei letzterem findet beispielsweise im Rahmen der arbeitsteiligen Produktion von Medienprodukten der Handel oft vollständig auf elektronischem Wege statt (z.B. Austausch von digitalen Dokumenten und Dateien). Grundsätzlich können potenziell weite Teile der Medien- und Softwarewirtschaft (so genannte „Content-Wirtschaft“) sowie einige Dienstleistungen (beispielsweise Finanz- und Verkaufsdienstleistungen) vollständig auf elektronischem Wege abgewickelt werden (z.B. Seufert 2001). Positive ökologische Folgen werden nicht nur durch den Wegfall der Vertriebsstätten, sondern auch durch den Wegfall der Auslieferungstransporte und der privaten Einkaufsfahrten erwartet. Allerdings stehen diesen Hoffnungen – wie im Folgenden gezeigt werden soll – z.T. andere Umweltbelastungen entgegen und bedürfen weiterer kritischer Überprüfungen.

Vollständig elektronisch bereitgestellte Güter können sowohl Wissenskapital als auch Kulturgüter sein. Man denke hier an technisches, natur- und geisteswissenschaftliches oder sonstiges Wissen, das in Online-Datenbanken gespeichert ist, oder an online verfügbare elektronische Bücher, audiovisuelle Produkte etc. Im Gegensatz zum elektronisch unterstützten Handel, der – verkürzt gesprochen – die gegebenen Strukturen des Versandhandels mit Informations- und Medienprodukten widerspiegelt, ändern sich beim vollständig elektronischen Handel die Formen der Distribution und Nutzung derartiger Güter. Aus Nachhaltigkeitssicht werden dabei die Aspekte der Entwicklung von Human- und Wissenskapital, der Chancengleichheit beim Zugang zu Wissen und Bildung sowie die Möglichkeiten des Erhalts, der Nutzung und der Vielfalt von kulturellen Gütern tangiert.

2.2 E-Commerce als technische und organisatorische Innovation

Bei Betrachtung des E-Commerce unter Aspekten der Nachhaltigkeit ist zu beachten, dass E-Commerce weniger eine technologische als vielmehr eine organisatorische und sozial-strukturelle Innovation ist. Die technologische Basis ist nicht exklusiv zum E-Commerce gehörig, sondern dient auch anderen Nutzungen. IuK-

Technologien, wie die Telekommunikationsinfrastruktur, Endgeräte, multifunktionale Software oder Programmiersprachen werden zwar vom E-Commerce als funktionserfüllende Voraussetzungen benötigt, sind aber in der Regel keine Technologien, die erst mit der Verbreitung des E-Commerce geschaffen wurden.

Die spezifischen Neuerungen des E-Commerce liegen in speziellen Software-Umsetzungen (z.B. Warenkorbs- und Online-Auktionssysteme) und vor allem in kombinierenden Anwendungen von betriebsorganisatorischen und technischen Elementen mit abgestimmten Geschäftsmodellen bzw. -strategien sowie mit einem veränderten Kundenverhalten begründet. Hier ist neben dem elektronischen Versandhandel und der Prozessintegration auch an Konzepte der „built-to-order“ bzw. „on-demand“ Produktion (d.h. erst auf Kundenanfrage), der kundenindividuellen Massenfertigung („mass customization“) oder des Direktvertriebs an den Endkunden zu denken. Letztere sind im Zuge der E-Commerce-Entwicklung wieder verstärkt diskutiert und zum Teil umgesetzt worden.

Untersucht man den elektronischen Handel aus der Perspektive der Nachhaltigkeit, sind folglich weniger die originären E-Commerce-Technologien, als vielmehr die wirtschaftlichen Anwendungen bzw. Ausgestaltungen der IKT, die gesellschaftlichen Nutzungen sowie die diesbezüglichen politischen Aktivitätsfelder zu betrachten. Dabei sind allerdings die Nachhaltigkeitsaspekte des E-Commerce nur schwer analytisch von denen der IKT im Allgemeinen zu trennen. E-Commerce-Anwendungen werden in sehr unterschiedlichen Branchen-, Produkt- oder Wettbewerbskontexten eingesetzt und führen dort zu stark variierenden strukturellen Veränderungen. Dadurch sind allgemein gültige Aussagen schwierig. Dies legt Untersuchungsansätze nahe, die versuchen, diese Anwendungskontexte einzubeziehen.

Schließlich liegen komplexe Auswirkungen des elektronischen Handels (mit unterschiedlichen Diffusionsgraden) auf die Erreichbarkeit multidimensionaler integrativer Nachhaltigkeitsziele vor, die eine zusammenfassende Beurteilung einzelner Anwendungen erschweren. Wie noch gezeigt werden wird, sind allein die Umweltwirkungen vielschichtig und z.T. gegenläufig. Darüber hinaus fehlen weitgehend die relevanten Daten und Analysen, sowohl bezüglich des elektronischen Handels selbst als auch hinsichtlich seiner Nachhaltigkeitswirkungen. Erschwerend kommt hinzu, dass der elektronische Handel durch eine hohe Entwicklungsdynamik gekennzeichnet ist, die nicht nur für die eingesetzten IKT, sondern auch für die wirtschaftlichen Anwendungen gilt, die oft (noch) experimentellen Charakter haben.

2.3 Stellenwert des elektronischen Handels

[...]

3 Ökologische Nachhaltigkeitsaspekte

Erste Forschungsergebnisse, die im Folgenden ansatzweise wiedergegeben werden, beziehen sich vor allem auf die Umweltauswirkungen der Kommunikationsinfrastruktur des E-Commerce sowie dessen material- und energiebezogene, verkehrliche und raumstrukturelle Auswirkungen. Hinsichtlich der Behandlung der ökologischen Implikationen von Prozess- und marktstrukturellen Entwicklungen und erst recht bei den gesellschaftlichen Folge- bzw. Rückkoppelungseffekten („Reboundeffekte“) bestehen noch erhebliche Forschungs- und Erkenntnislücken (z.B. Fichter 2000, 2001; Berkhout/Hertin 2001; Eames et al. 2001). „Reboundeffekte“ – auch „Bumerangeffekte“ genannt – treten insbesondere dann auf, wenn Verminderungen der Umweltbelastungen bei einzelnen Gütern wieder durch eine höhere Gesamtzahl der konsumierten Güter oder durch neue bzw. erweiterte Anwendungsmöglichkeiten aufgezehrt werden.

3.1 Infrastruktur des E-Commerce

Entsprechend der Bedeutung als wichtigste Plattform für den elektronischen Handel beziehen sich ökologische Analysen der E-Commerce-Infrastruktur in erster Linie auf die Energie- und Stoffströme, die mit der Nutzung des Internets verbunden sind. Dabei ist anzumerken, dass in der Literatur hauptsächlich die Umweltwirkungen der allgemeinen Nutzung des Internets bzw. der Telekommunikationsnetzwerke sowie der Geräte betrachtet werden. Der spezifische Anteil der Infrastrukturnutzung, der für elektronische Handelstransaktionen aufgewendet wird, wird nicht herausgerechnet (im Folgenden u.a. nach Behrendt et al. 2002a, S. 13-22).

Erste wissenschaftliche Diskussionen zu den Energieverbräuchen des Internets und der sonstigen Telekommunikationsinfrastruktur gab es in den USA (z.B. Mills/Huber 1999; Kawamoto et al. 2000). Jedoch sind die Ergebnisse der Studien aufgrund verschiedener Annahmen zur Anzahl der Büro- und Netzwerkcomputer sowie zu ihrem durchschnittlichen Stromverbrauch stark unterschiedlich. Zum Teil wurden die Ergebnisse auf den internetbedingten Energieverbrauch in Deutschland übertragen und durch eigenständige Erhebungen ergänzt (z.B. Barthel et al. 2001) und auch auf die Mobilfunknetze bezogen (Schaefer/Weber 2000).

Des Weiteren wurde in Studien der Primärenergiebedarf zur Herstellung eines Personalcomputers ermittelt (Öko-Institut in Verbraucherzentrale Baden-Württemberg 1996; Reichart/Hischier 2001), wobei sich auch hier sehr unterschiedliche Ergebnisse aufgrund der Problematik unterschiedlicher Systemgrenzen, methodischer Ansätze oder unzureichender Daten zeigten. In den unterschiedlichen Ergebnissen spiegeln sich die Effizienzfortschritte bei der Herstellung elektronischer Bauteile wider (Behrendt et al. 2002a, S. 25). Leerlaufverluste der Informations- und Kommunikationsgeräte sowie der Unterhaltungsgeräte spielen eine bedeutende Rolle (UBA 1997). Dabei muss aus heutiger Sicht berücksichtigt werden, dass sich die Zahl der Geräte mit Bereitschaftsschaltung (Stand-by) inzwischen erhöht und der Energieverbrauch während der Bereitschaftsschaltung durch technische Entwicklungen gesunken ist.

Dies deutet auf weitere Verminderungsmöglichkeiten beim spezifischen Stromverbrauch durch technische Weiterentwicklungen einer verlustärmeren und verbrauchsreduzierten Elektronik hin. Derartige Technologien sind schon im Zuge einer vermehrten mobilen Verwendung der Geräte zu erwarten (weitere Miniaturisierung, Energieversorgung mit Solarzellen, Weiterentwicklungen der Batterietechnik und Reduzierung der Ladeverluste). Gegenüber der Bildröhrentechnik verbrauchen Flachbildschirme deutlich weniger Energie. Künftig sollen zudem mit Technologien der nichtflüchtigen Speicherelemente Bereitschaftsschaltung und Bootphasen vermieden werden können.

Auch bei den stofflichen Wirkungen der IKT-Infrastruktur werden die spezifischen Auswirkungen des elektronischen Handels bisher nicht differenziert betrachtet. Es liegen lediglich Angaben zu den Stoffflüssen der gesamten IKT vor, die sich in erster Linie auf das Abfallaufkommen beziehen. Man kann hierbei annehmen, dass der Anteil der IKT-Altgeräte am Gesamtaufkommen des Elektro- und Elektronikschrotts (geschätzte 2 Mio. Tonnen im Jahr 2000) aufgrund der Wachstums- und Innovationsdynamik in Zukunft höher liegt, wozu insbesondere die stetig sinkenden Produktnutzungszeiten beitragen. Der Großteil der Altgeräte wird derzeit noch in Müllverbrennungsanlagen bzw. auf Deponien entsorgt, was angesichts der gesundheitlichen und ökologischen Belastungen (z.B. Cadmium in Batterien und Bleiverbindungen als Lote) nicht unbedenklich ist. Eine flächendeckende Recyclinglösung und der Ersatz gefährlicher Stoffe in IKT-Geräten wird vor allem mit der Umsetzung der Europäischen Richtlinien zum Umgang mit Elektro- und Elektronikaltgeräten erwartet.

Neben dem Abfallaufkommen richtet sich in jüngster Zeit das Augenmerk auch ansatzweise auf die toxischen und sonstigen Schadstoffbelastungen bei der IKT-Produktion und der Entsorgung des Elektronikschrotts. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Produktions- und Entsorgungsschritte der IKT-Industrie zunehmend in Entwicklungsländer ausgelagert werden, in denen häufig niedrigere Umwelt-, Gesundheits- und Arbeitsschutzstandards vorliegen (z.B. Zarsky et al. 2002).

3.2 Verkehr und Logistik

Im Gegensatz zu den Umweltaspekten der IKT-Infrastruktur des E-Commerce lassen sich die verkehrlichen Auswirkungen konkreter auf den elektronischen Handel als Ursache beziehen. Jedoch lassen sich die Wirkungen des elektronischen Handels nicht als eindeutiger Trend in eine verkehrsvermeidende oder -fördernde Richtung beschreiben (z.B. Petermann 2001). Zu ähnlichen Aussagen kommen auch erste Studien, die in Ansätzen den E-Commerce-Einfluss auf Verkehrsnachfrage und -qualität untersuchten (BMVBW 2001; Lenz 2002).

3.2.1 Datenbasis

Quantitative Schätzungen auf gesamtwirtschaftlicher Ebene zu den Auswirkungen von E-Commerce auf Logistik und Verkehr haben derzeit keine verlässliche Datenbasis. Es gibt keine Verkehrsstatistiken, die Auswirkungen von E-Commerce auf Verkehrsaufkommen und -leistungen berücksichtigen. Auch ist das Datenmaterial der aktuellen amtlichen Statistik nicht geeignet, die Folgen möglicher Entwicklungen in diesen Bereichen zu quantifizieren. Erforderlich wäre eine stärkere Disaggregation des Datenmaterials zum Logistiksektor, um die möglichen Veränderungswirkungen durch E-Commerce jeweils spezifisch untersuchen zu können. Ein besonderes Defizit ist darin zu sehen, dass der Lieferverkehr mit kleinen Transportfahrzeugen im Nahverkehr von der amtlichen Statistik nicht ausgewiesen wird. So sind die für E-Commerce-Anwendungen wichtigen Kurier-, Express- und Paketdienste in der amtlichen Güterverkehrsstatistik nur unvollständig enthalten (Klaus et al. 2002, S. 36, 128). Trotz der mangelnden quantitativen Basis auf gesamtwirtschaftlicher Ebene können Einzelaspekte (auch empirisch) untersucht werden und qualitative Aussagen getroffen werden.

3.2.2 B2B-E-Commerce

Häufig wird angenommen, dass Transaktionen des elektronischen Handels vermehrt direkt zwischen produzierenden und weiterverarbeitenden Unternehmen

unter Umgehung des Großhandels stattfinden. Eine derartige Verkürzung der Wertschöpfungskette würde zu mehr Lieferungen mit jeweils geringerem Bestellvolumen führen, da die aggregierende Funktion des Großhandels (Sammel- und Verteilfunktion) weniger in Anspruch genommen wird. Ferner wird im Zuge der E-Commerce-Entwicklung damit gerechnet, dass sich die Tendenz verstärkt, Geschäftsbeziehungen mit räumlich weiter entfernten Unternehmen einzugehen.

Geht man von der Richtigkeit der Hypothesen aus, hätten beide Effekte tendenziell zur Folge, dass erstens die Zahl der Fahrten (mit kleineren Fahrzeugen) zunehmen würde, da es zu mehr Bestellungen mit jeweils geringerem Bestellvolumen kommen könnte, und sich zweitens die Transportweiten verlängern, da über größere Distanzen geordert und geliefert würde. Allerdings sind die Wirkungen der Effekte auch davon abhängig, wie zuvor die lokale Positionierung der Lieferanten, des Großhandels und der Abnehmer gewesen ist. Da die Transportkosten bei den meisten Gütern nur einen geringen Teil der gesamten Kosten ausmachen, dürften die durch eine Verkürzung der Wertschöpfungskette erzielten Einsparungen die durch zusätzliche Verkehrsleistungen verursachten Kosten übertreffen. Folglich ist unter den gegenwärtigen verkehrs- und umweltpolitischen Rahmenbedingungen nicht zu erwarten, dass die weitere Entwicklung in diesem Bereich durch die Transportkosten gebremst wird (Klaus et al. 2002, S. 53f.). Erst eine verkehrs- und umweltpolitisch induzierte Erhöhung der Transportkosten kann deshalb zu besonderen Anstrengungen dahingehend führen, dass verkehrsmindernde Lösungen entwickelt und eingeführt werden.

In diesem Sinne ist auch mit gegenläufigen Effekten zu rechnen, die aus logistischen Rationalisierungsbemühungen resultieren können. Wenn Hersteller und Kunden unter E-Commerce-Einsatz flexibler zusammenarbeiten, würde sich die wachsende Zahl kleiner Warenabrufe zeitlich besser koordinieren und zu kompakten und kostengünstigeren Ladungen bündeln lassen. Fehl-, Nachlieferungen und Retouren könnten durch verbesserte Informationsflüsse deutlich reduziert werden. Vorratsproduktion und Lagerhaltung ließen sich verringern, da nachfrageorientierter produziert und geliefert werden könnte (Klaus et al. 2002, S. 74; zu Einzelfällen siehe Behrendt et al. 2002b).

Forschungsfragen beziehen sich hier nicht nur auf die „Nettobilanzen“ der positiven und negativen E-Commerce-Effekte, sondern auch auf Möglichkeiten der Verminderung der verkehrsbedingten Umweltbelastungen, etwa durch adäquate Distributions- und Logistikkonzepte, die Wahl des Fahrzeugtyps, der Auslastungsgrade oder der Verkehrswege.

3.2.3 B2C-E-Commerce

3.2.3.1 Straßengüterverkehr

Wenn man annimmt, dass beim B2C-E-Commerce im Sinne des elektronisch unterstützten Versandhandels lediglich ein Wechsel von der Katalog- zur Internet-Bestellung stattfindet, so wird dies kaum zu Veränderungen im Straßengüterverkehr führen. Ein Wechsel spart höchstens die Auslieferung der Kataloge an die Kundenhaushalte. Das Volumen und die Struktur der Transporte dürften weitgehend unverändert bleiben.

Veränderungen beim Straßengüterverkehr finden erst dann statt, wenn sich durch zunehmenden B2C-E-Commerce die Versandhandelssendungen erhöhen, entweder zu Lasten des Anteils des stationären Handels oder als größerer Anteil eines insgesamt gewachsenen Handelsvolumens. Unter dieser Annahme kann erwartet werden, dass als Folge geänderter Sendungsstrukturen und -rhythmen ein gewisser Anteil an Fahrten zur Belieferung des Einzelhandels mit größeren Lkw durch Transporte mit kleineren Fahrzeugen zur Heimbeflieferung ersetzt würde. Mehr kleinteilige Sendungen müssten an eine Vielzahl wechselnder Empfänger verteilt werden, die Lieferfrequenzen würden steigen, und die Zeitfenster würden enger. Die Folge wäre eine Zunahme der Fahrten. Andererseits würde sich dieser Zuwachs in engem Rahmen halten. Die Volumina der Umschichtung vom stationären Handel hin zum E-Commerce, die mittelfristig erwartbar sind, bewegen sich in einem Bereich von 1 bis 5 Prozent des gesamten Einzelhandelsumsatzes (Riehm et al. 2002). Jedes Prozent E-Commerce könnte zusätzlich 50 Mio. Paketlieferungen induzieren, was beim augenblicklichen gesamten Paketvolumen von 1,36 Mrd. Paketen und dem derzeit niedrigen E-Commerce-Anteil als eher unbedeutend beurteilt wird (Klaus et al. 2002, S. 83ff). Würde man allerdings ein Anstieg des E-Commerce-Anteils auf ungefähr 10 Prozent annehmen, hätte das deutlich erhöhte Paketvolumen erhebliche Auswirkungen auf die Verkehrsbelastung.

Die Anzahl der Fahrten bei veränderter Sendungsstrukturen kann dann verringert werden, wenn Bestellungen gebündelt, möglichst viele Empfänger auf einer Auslieferungsrouten beliefert, die Zustellzeit in die Abendstunden verlegt und damit mehrmalige Zustellversuche reduziert werden können. Es werden zudem Annahmen vertreten, dass sich Besteller vorab im Internet (besser) informieren, was zu einer Reduktion der Anzahl der Retouren-Sendungen führen könnte, die derzeit bis zu 40 Prozent der Hausanlieferungen ausmachen (Klaus et al. 2002, S. 59ff.). Allerdings wäre hierzu die Annahme der verbesserten Information über das

Internet gegenüber konventionellen Bestellmedien, wie z.B. Katalog oder Telefon, zu belegen. Zudem können die umfangreichen Widerrufs- und Rückgaberechte, die dem Online-Käufer durch die fernabsatzrechtlichen Vorschriften des Bürgerlichen Gesetzbuches gewährt werden, zu häufigeren Retouren führen.

Zudem wird die künftige Verkehrsentwicklung und werden damit die Umweltbelastungen durch den Verkehr von der (ökologischen) Effizienz der Belieferungssysteme bestimmt werden. Die Abwicklung der online bestellten Waren bedarf einer ausgereiften Distributionslogistik, die eine zeitnahe und zuverlässige Kundenbelieferung gewährleistet (auch Retourenabwicklung), um die Akzeptanz des E-Commerce zu erhöhen. Hierzu werden Zustellkonzepte, wie z.B. der Nachbarschaftsservice, Boxensysteme oder Convenience Stores, diskutiert (Flämig et al. 2002), darüber hinaus auch Kooperationen, City-Logistikkonzepte und Sammellieferungen. Da hohe Kosten bei der Auslieferung haushaltsbezogener Sendungen entstehen, wird mit einer Bündelung der Auslieferungsfahrten gerechnet (DIW 2001, S. 522). Mit zunehmendem Marktumfang des B2C-E-Commerce könnten sich die Möglichkeiten verbessern, derartige logistische Modelle zu realisieren. Ob damit eine Senkung der verkehrsbedingten Umweltbelastungen zu erreichen ist, scheint derzeit jedoch fraglich und hängt auch davon ab, welche Umweltbelastungen mit den unterschiedlichen Verkehrsmitteln zur Heim- oder Sammelstellenbelieferung verbunden sind.

Eine zentrale Forschungsfrage ist deshalb, welche der gegenwärtig diskutierten bzw. erprobten E-Commerce-orientierten Logistik-Strategien das Potenzial hat, nicht nur einzelbetriebliche Prozesse zu optimieren, sondern darüber hinaus auch verkehrspolitischen, volkswirtschaftlichen oder ökologischen Zielvorgaben zu genügen. Die Forschung könnte hier technologische und organisatorische Optionen entwickeln, um dann die Erfolg versprechenden Varianten in Pilotversuchen zu erproben und zu evaluieren (Monse/Weyer 2001, S. 43).

3.2.3.2 Private Einkaufsfahrten

Der Anteil der Fahrten zu Einkaufs- und Besorgungszwecken ist mit 116 Mrd. Personenkilometern (entspricht 12 Prozent der gesamten wirtschaftlichen Verkehrsleistung) von erheblicher Relevanz. Beim privaten Einkaufsverkehr (einschließlich Fahrten zur Information über Produkte) lautet die Schlüsselfrage, ob und in welchem Umfang E-Commerce zu einer Abnahme der privaten Einkaufsfahrten führen wird und wie sich die dann notwendige Auslieferung der bestellten

Waren an den Endkunden gestaltet. Beide Entwicklungen müssten dann in einer Nettobilanz zusammengeführt werden.

Prinzipiell tragen Konsumenten, die zukünftig online ihre Waren bestellen und nach Hause ausliefern lassen, zu einer Reduktion von Einkaufsfahrten bei. Eine Voraussetzung dafür, dass „Home-Shopping“ sich tatsächlich verkehrsreduzierend auswirkt, ist allerdings, dass alle Produkte, die ein Kunde während einer Einkaufsfahrt erwerben möchte, auch im Internet angeboten werden (Kaufverbund). Werden nur Teile des sonst üblichen Kaufverbundes angeboten, sind Einkaufsfahrten weiter erforderlich – u.U. reduziert sich die Fahrstrecke. Werden Einkaufsfahrten mit Berufs- und Freizeitfahrten kombiniert (Fahrtszweckverbund), wird die Substitution des traditionellen Einkaufs durch den Internet-Einkauf keine Verringerung von Fahrten mit sich bringen. Allenfalls werden Umwege reduziert (Klaus et al. 2002, S. 56ff.).

3.3 Veränderungen von Produkten und Prozessen

3.3.1 Optimierte Koordination der Wertschöpfungsaktivitäten

Ziel der optimierten elektronischen Koordination von wirtschaftlichen Aktivitäten auf verschiedenen Wertschöpfungsstufen ist die Erhöhung der wirtschaftlichen Produktivität bzw. die Rationalisierung der Geschäftsabläufe, z.B. mit Personaleinsparungen. Diese können unter bestimmten Bedingungen mit der Steigerung der ökologischen Ressourcenproduktivität zusammenfallen. Im Rahmen des Supply Chain Management (Einbindung von Lieferanten) und des Demand Side Managements (Einbindung zusätzlich der Kundenseite) geht es vor allem um die Koordinierung von Wertschöpfungsaktivitäten über elektronische Handelssysteme, die die Beschaffungsmengen, Lagermengen, Lagervernichtung, Überschussproduktion und Fehlerquoten verringern soll. Auch die Vermeidung von Leerfahrten durch internetgestützte Routen- und Auslastungsoptimierung soll erreicht werden (Behrendt et al. 2002b).

Im Rahmen von Fallstudien wurden einige punktuelle und inkrementelle Steigerungen der Ressourcenproduktivität insbesondere durch Supply Chain Management-Systeme nachgewiesen. Die Produktivitätssteigerungen sind jedoch meist nicht ökologisch, sondern in erster Linie wirtschaftlich motiviert. In Einzelfällen traten vor allem Verringerungen der Lagerbestände und damit der Lagerflächen durch verbesserte Prognosegenauigkeit in der Absatz- und Fertigungsplanung ein. Ferner verringerten sich die Lagerzyklen und damit die Gefahr der technischen Überalterung der Lagerbestände, die verschrottet oder unterhalb des kalkulierten

Preises verkauft werden müssten. Hinsichtlich der Generierung von Verkehr durch E-Commerce sind in den Fallbeispielen unterschiedliche Effekte aufgetreten. Dort zeigte sich, dass E-Commerce das Just-In-Time-Konzept und damit tendenziell die Zunahme der Transporte förderte. Des Weiteren führte die höhere Planungstransparenz bei Hersteller und Lieferanten dazu, dass auch vermehrt langsamere und kostengünstigere Verkehrsmittel in Anspruch genommen werden, d.h. konkret wurden Transporte vom Luftweg auf den See- oder Landweg verlagert und es wurden weniger Expressdienste in Anspruch genommen (Behrendt et al. 2002b). Zur ökologischen Bewertung der verkehrlichen Veränderungen müssten die Umweltbelastungen der einzelnen Verkehrsarten vergleichend analysiert werden.

Allerdings sind kaum Verallgemeinerungen der in den Fallstudien gefundenen Erkenntnisse möglich. Die Potenziale zur Reduktion von Ressourcen- und Energieverbrauch hängen stark von der Güterart, der Struktur der Wertschöpfungskette und von zahlreichen anderen Bedingungen, wie z.B. den eingesetzten Verkehrsmitteln, ab. Zudem sind die Risiken für die Umwelt augenfällig, die sich aus gegenläufigen, mit E-Commerce verbundenen Effekten ergeben, wie die Verkürzung der Produktlebenszeit aufgrund der Beschleunigung der Produktionsprozesse oder das in diesem Zusammenhang möglicherweise vergrößerte Transportaufkommen durch neue Sendungsstrukturen.

Tendenzielle Aussagen gibt es nur für Einzelfragen (zum Folgenden siehe auch Behrendt et al. 2002a, S. 34-43). Auf der Stufe der Distribution könnte zwar ein geringerer Flächenverbrauch des Online-Handels als im traditionellen Handel eintreten (z.B. Einsparung der Verkaufsfläche). Konkrete Untersuchungen, die insbesondere neben dem Flächenverbrauch auch andere ökologische Belastungen umfassend berücksichtigen, liegen jedoch noch nicht vor. Allerdings kann man auch vermuten, dass gerade der B2C-Online-Handel, der in der Regel ein breites Produktsortiment vorweist, auch in Einzelfällen zu einer Erhöhung der Lagerbestände und damit der Lagerfläche führt, wenn der Online-Händler eigene Lager betreibt (z.B. Amazon).

Es sind von daher weitere Fallstudien zur Ressourcenproduktivität durch E-Commerce zu empfehlen. Detaillierte Untersuchungen und Modellrechnungen zu den stoff- und emissionsseitigen Auswirkungen der E-Commerce-Veränderungen sollten entlang der gesamten Wertschöpfungskette mit Blick auf die Einsparung von Ressourcen und im Hinblick auf die Reduzierung der verkehrsbedingten Umweltbelastungen erfolgen.

Eine Erhöhung der Ressourcenproduktivität kann auch durch eine bessere Koordination auf der Kundenseite erzielt werden, d.h. durch eine stärkere Zuschneidung von Produkten auf individuelle Kundenwünsche („mass customization“) und damit durch Reduzierung von nicht absetzbaren Chargen sowie durch Verminderung von Lagerhaltung. Inwiefern nicht-erwünschte ökologische Nebeneffekte auftreten und unter welchen Voraussetzungen diese Konzepte tragfähig sind, ist bislang wenig untersucht.

Beim überbetrieblichen Produktrecycling und bei Produktnutzungsverlängerungen können Internet-Recyclingbörsen und Internetplattformen für gebrauchte Güter umweltentlastend wirken, wenn sie zusätzliches Recycling initiieren oder zum vermehrten Kauf und zur Weiterverwendung gebrauchter Investitionsgüter beitragen (z.B. Fichter 2000, 2001).

Ein weiteres Thema wäre die Untersuchung der Potenziale des Internets zur Unterstützung einer umweltorientierten elektronischen Beschaffung der Unternehmen und der öffentlichen Hand. Hier ließen sich Umweltkriterien in den Beschaffungsvorgang einbauen, wie beispielsweise Kriterien zur Energieeffizienz oder zu den Entsorgungskosten. Im Rahmen des Konzepts des „Total Cost of Acquisition and Ownership“ können u.a. umweltorientierte Kostengrößen den Einkaufspreis als Bewertungskriterium ergänzen (z.B. Majersik 2001).

3.3.2 Digitalisierung und Virtualisierung

Mit der Digitalisierung und „Virtualisierung“ erwartet man ökologische Verbesserungen insbesondere durch die Verlagerung von Informationen und Medieninhalten von materiellen Trägermedien, wie z.B. Papier, CDs, DVDs, auf die Trägermedien Computer und elektronische Netzwerke, auf denen die transferierten Produkte immateriell und in der Regel in digitaler Form vorliegen („Immaterialisierung“). Ähnliches gilt für bestimmte Dienstleistungen. Zu den diesbezüglichen Umwelteffekten liegen bereits einige Studien vor, die partielle Folgeaspekte verdeutlichen (siehe dazu auch Behrendt et al. 2002a, S. 28-34). Beispielsweise sind hier ökobilanzielle Vergleiche von gedruckter Zeitungsausgabe und Online-Ausgabe eines Referenzartikels (Plätzer 1998; Göttching 1999), ein Vergleich von Print- und Online-Katalogen im Versandhandel (Greusing/Zangl 2000) oder eine Untersuchung der ökologischen Auswirkungen der privaten elektronischen Mediennutzung zu nennen (Reichart/Hischier 2001). Ebenso liegt ein energiebilanzieller Vergleich zwischen digitalen und konventionellen Bibliotheken vor (Gard 2001). Der partielle Charakter und die eingeschränkte Aussagekraft der genann-

ten Studien weist aber auf Forschungsbedarf bezüglich der Umweltwirkungen der Digitalisierung und Virtualisierung hin.

Für eine umfassende Einschätzung der Umwelteffekte des vollständigen elektronischen Handels mit digitalen Gütern müssten die positiven und negativen Umweltfolgen weitestgehend erfasst und bilanziert werden. Die Ergebnisse von Abschätzungen und Modellrechnungen hängen jedoch stark von den zugrundegelegten Annahmen, insbesondere zum Verhalten der Nutzung von Medien und Distributionskanälen, ab, etwa zur Multifunktionalität der eingesetzten Geräte. Insbesondere wäre zu klären, ob digitale Produkte eher substitutiv, also anstelle ihrer physischen Pendanten, konsumiert werden oder additiv, also zusätzlich zu den bereits bestehenden Produkten, was dann mit einer zusätzlichen Umweltbelastung verbunden wäre (ähnlich auch Fichter 2001).

Positive Umwelteffekte können sich insbesondere durch Verringerung der Produktion der materiellen Trägermedien sowie durch die Reduktion der Transporte für ihre Distribution ergeben. Auch die Umweltverbräuche, die mit den Lager-, Verteil- und Verkaufsstellen materieller Medienprodukte verbunden sind, könnten vermindert werden. Diese Effekte können sich bereits mit der Digitalisierung der Medieninhalte im Zuge der „on-demand“-Produktionsweisen (z.B. Books-on-Demand) ergeben, die zu einer Einsparung bei Lagerhaltung und Überschussmengen führen, jedoch weiterhin die konventionelle Vertriebsinfrastruktur und Transportleistungen erfordern. Erst die vollständige elektronische Distribution würde die Substitution durch die elektronische Infrastruktur bedeuten.

Negative Umweltwirkungen gehen aus der Bereitstellung und dem Betrieb der für den E-Commerce erforderlichen technischen Infrastruktur hervor, die nicht nur die elektronischen Netze, Schaltsysteme oder Server, sondern auch diverse Endgeräte (mobile und stationäre Computer, Mobilfunkgeräte, persönliche digitale Assistenten etc.) umfasst. Auch indirekte Umwelteffekte sind zu beachten, die insbesondere durch den durch E-Commerce mit digitalen Gütern induzierten Strukturwandel, das hervorgerufene Wirtschaftswachstum, ausgelöste Veränderungen der Wertschöpfungsketten sowie veränderte Konsum- und Lebensstile hervorgerufen werden können. Umweltentlastungen, die durch Reduzierung der Umweltverbräuche erzielt wurden, können wieder durch eine gestiegene Gesamtzahl der Geräte (z.B. zusätzliche MP3-Player) aufgezehrt werden („Reboundeffekte“). Auch können digitalisierte bzw. virtualisierte Produkte wieder materialisiert werden, etwa durch den Ausdruck digitaler Texte oder durch das Speichern heruntergeladener digitaler Musik auf CDs oder sonstiger Träger.

3.4 Raumstrukturelle Effekte

[...]

3.5 Veränderte Konsum- und Lebensstile

[...]

3.6 Methoden

[...]

4 Ökonomische und soziale Nachhaltigkeitsaspekte

Innerhalb eines integrativen Nachhaltigkeitsansatzes treten zusätzlich zur ökologischen Dimension die ökonomische und soziale Nachhaltigkeitsdimension. Dazu werden substantielle Nachhaltigkeitsregeln wie z.B. die Forderung nach Gewährleistung der selbständigen Existenzsicherung, eine gerechte Einkommens- und Vermögensverteilung, die nachhaltige Entwicklung von Sach-, Human- und Wissenskapital, die Sicherung der Chancengleichheit bei Bildung, Beruf und Information oder die Erhaltung des kulturellen Erbes und der kulturellen Vielfalt formuliert (Kopfmüller et al. 2001). Beim elektronischen Handel stehen aus heutiger Sicht insbesondere die Fragen nach seinem Beitrag zu bestimmten Formen des Wirtschaftswachstums, der Ausgestaltung des internationalen Handels, den Auswirkungen auf die Beschäftigung sowie die Bedeutung für die Chancengleichheit und nicht zuletzt die Veränderungen bei der Nutzung von Kulturgütern am deutlichsten ins Auge.

4.1 Wirtschaftswachstum und internationaler Handel

Ob und in welchem Ausmaß und in welcher Form Wirtschaftswachstum überhaupt zur Nachhaltigkeit beiträgt, stellt noch eine weitgehend kontrovers diskutierte Frage dar (Kopfmüller et al. 2001, S. 99ff.). Oft werden am ehesten durch den IKT-Einsatz Chancen für ein qualitatives und nachhaltigeres Wachstum gesehen (Campino et al. 1998, S. 12). Empirisch fundierte Untersuchungen, die einen konkreten Beitrag des E-Commerce zum Wirtschaftswachstum von den allgemeinen Produktivitätssteigerungen des IKT-Einsatzes separieren, liegen bisher kaum vor, weshalb sich nur prinzipielle Aussagen treffen lassen (Latzner/Schmitz 2002). In diesem Zusammenhang wären zudem Untersuchungen sinnvoll, die Bedingungen für bestimmte Wirtschaftsbereiche aufzeigen, unter denen mittels E-Commerce Produktivitätssteigerungen erreicht werden, die zugleich mit der Verbesse-

rungen der Ressourcenproduktivität zusammenfallen (z.B. mittels umfassender ökologischer Bepreisung der Ressourcennutzung).

Bei der Untersuchung der E-Commerce-Wirkungen auf das Wirtschaftswachstum sind u.a. mögliche Substitutionen von Vertriebskanälen oder Handelsstufen, Produktivitätsgewinne, Kosteneffekte und ihre Weitergabe, Veränderungen des Preisniveaus und des Realeinkommens sowie Auswirkungen auf die Nachfrage zu berücksichtigen. Solche mehrstufigen Betrachtungen der Auswirkungen auf das Wirtschaftswachstum sind durch unsichere Abhängigkeitsrelationen und durch die Komplexität der zu berücksichtigenden volkswirtschaftlichen Aspekte erschwert, die es kaum zulassen, die Wirkungsrichtung und -dimension genau abzuschätzen (Riehm et al. 2002; vgl. hierzu auch Löbbe et al. 2000, S. 82ff.).

Insbesondere beruhen Wachstumshoffnungen auf neuen Diensten und Produkten, die nur im Internet gehandelt werden (z.B. neue interaktive Multimedia-Produkte oder das „E-Learning“) oder sich indirekt oder direkt auf das Internet und den elektronischen Handel beziehen (z.B. elektronische Konvertierung von Produktkatalogen, Authentifizierung und Bonitätsprüfungen von E-Commerce-Kunden, Installation und Betrieb von Suchmaschinen und Webkatalogen etc.). Allerdings ist auch hier nicht geklärt, inwieweit sie eine neuartige Wertschöpfung oder die Substitution bestehender Dienste und Produkte darstellen.

Zudem ruft der strukturelle Wandel des E-Commerce Fragen nach den wirtschaftlichen Verlierern und Gewinnern derartiger Veränderungen hervor, die bisher nur partiell beantwortet wurden (z.B. Riehm et al. 2002). Diese beziehen sich nicht nur auf einzelne Branchen und Wirtschaftsbereiche, Handels- oder Wertschöpfungsstufen, Beschäftigungsverhältnisse, -formen und -anforderungen, sondern auch auf räumliche Verteilungen des Wirtschaftswachstums. In diesem Zusammenhang sind u.a. durch E-Commerce beschleunigte Entwicklungen bei Marktkonzentration oder Unternehmensgröße zu analysieren und im Hinblick auf den Erhalt eines funktionsfähigen Wettbewerbs zu bewerten. Dabei sollten vor allem auch die Chancen kleiner und mittlerer Unternehmen untersucht werden, z.B. bei der Kapitalbeschaffung für die Teilnahme am internationalen elektronischen Handel.

Mögliche ökonomische und soziale Wirkungszusammenhänge sind bisher im internationalen Kontext wenig beleuchtet worden. Das grenzüberschreitende Ausmaß des elektronischen Handels wurde zwar oft thematisiert, jedoch bisher nicht ausreichend erfasst und analysiert. Es treten Forschungsfragen nach den Dimensionen, Formen und Auswirkungen der durch den elektronischen Handel geför-

dernten Globalisierung wirtschaftlicher Aktivitäten hervor. Beispielsweise sollten die Möglichkeiten der fairen Teilnahme von Entwicklungs- und Schwellenländern – und insbesondere der dortigen kleinen und mittleren Unternehmen – eingehend überprüft werden, die bereits beim Zugang zum Internet beginnt und z.B. auch die notwendigen Maßnahmen zur Sicherung des Vertrauens im internationalen E-Commerce umfasst (z.B. Goldstein/O'Connor 2000). In diesem Kontext können faire weltwirtschaftliche Rahmenbedingungen für den grenzüberschreitenden elektronischen Handel und Möglichkeiten der Förderung der internationalen Zusammenarbeit, beispielsweise bei der Etablierung von E-Commerce-Standards, untersucht und entworfen werden (zu Aufgaben der UN-Organisationen bzw. WTO siehe z.B. Hauser/Wunsch-Vincent 2001).

4.2 Beschäftigung

Akzeptiert man die substanzielle Nachhaltigkeitsregel der Gewährleistung einer selbständigen Existenzsicherung, so werden Fragen der Beschäftigungswirkungen des E-Commerce aufgeworfen. Der elektronische Handel wird einerseits vor allem als Rationalisierungsinstrument eingesetzt, andererseits kann mit neuen Internet-orientierten Produkten und Diensten gerechnet werden. Forschungsfragen beziehen sich vor allem auf die „Nettoeffekte“ der Beschäftigungswirkungen in einzelnen Wirtschaftsbereichen.

Auch hier bestehen Probleme, tragfähige Aussagen zu treffen. So mangelt es nicht nur an geeigneten Daten und Statistiken, mit denen man entsprechende Abschätzungen vornehmen könnte. Darüber hinaus sind die Ursachen-Wirkungszusammenhänge extrem komplex, so dass sich eine einfache Isolierung eines Faktors (hier des E-Commerce) in den seltensten Fällen vornehmen lässt. Zudem führen erst die tatsächlich verfolgten Strategien des Technikeinsatzes (unter gegebenen Rahmenbedingungen) zu konkreten Beschäftigungswirkungen. Die verfolgten Strategien unterscheiden sich jedoch von Unternehmen zu Unternehmen, so dass sich positive und negative Arbeitsplatzeffekte, die man in Einzelfalluntersuchungen feststellen kann, in aggregierten Betrachtungen gegebenenfalls aufheben und nicht sichtbar sind.

Des Weiteren ist zu vermuten, dass sich Prozess- und Produktinnovationen selten in kurzen Zeiträumen durchsetzen. So spricht einiges dafür, dass sich auch die Beschäftigungswirkungen des E-Commerce erst längerfristig zeigen. Am Beginn einer technologischen Innovation entsteht in der Regel ein zusätzlicher Arbeitskräftebedarf auf Grund des Lernaufwands, der Implementierung und des

Parallelbetriebs der alten und neuen Systeme, erst längerfristig kommen dann die Rationalisierungs- und Freisetzungspotenziale des Routinebetriebs zum Tragen (Riehm et al. 2002, S. 393). Beispiele finden sich in den bereits vorhandenen elektronischen Vertriebswegen für digitale Bücher, Musik oder Videos (Video-on-Demand), die – abgesehen von nicht-kommerziellen Online-Tauschbörsen – derzeit noch kaum ein Bedrohungspotential für konventionelle Vertriebsformen darstellen, dies aber mittel- bis langfristig durchaus sein können.

Vorhandene empirische Studien zeigen, dass nicht nur (direkte) Arbeitsplatzverluste durch Substitutionen oder Schließung von E-Commerce-Firmen, sondern auch komplexe (indirekte) Zweitrundeneffekte (durch zusätzliche Wertschöpfung induzierte gesamtwirtschaftliche Nachfrage und Beschäftigung), internationale Verflechtungen oder allgemeine Produktivitätssteigerungen ausreichend berücksichtigt werden müssen (z.B. Latzer/Schmitz 2002 S. 100ff.; Löbbe et al. 2000). Erst dann hätte man eine (empirische) Basis zur Beurteilung des E-Commerce nach Nachhaltigkeitskriterien.

4.3 Chancengleichheit und Nutzung von Wissen, Information und Kulturgütern

[...]

5 Institutionelle Umsetzungen

[...]

6 Fazit

E-Commerce ist in Blick auf die handelnden Akteure, die gehandelten Güter und die technischen und sozialen Rahmenbedingungen, innerhalb derer E-Commerce realisiert wird, ein äußerst komplexes Phänomen. Da er zudem noch eine relativ neue und auch dynamische Entwicklung darstellt, nimmt es nicht wunder, dass die Ergebnisse bisheriger Forschungen erst ein unvollständiges Bild liefern. Dies gilt umso mehr, will man den elektronischen Handel nach den Zielen der Nachhaltigkeit in ökologischer, ökonomischer und sozialer sowie institutioneller Hinsicht bewerten. Dieser Umstand ist aber auch eine Herausforderung für die Nachhaltigkeitsforschung, E-Commerce auf seine möglichen Beiträge zu Zielen wie Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Ressourcenverbrauch, ökoeffiziente Logistikkonzepte, Strategien der Immaterialisierung, Förderung von Chancengleichheit und Medienkompetenz und Schaffung reflexiver Institutionen abzufragen.

Durch ein breites Spektrum von kontextbezogenen Analysen der Chancen und Risiken des E-Commerce müssten aber zunächst die Grundlagen gelegt werden, um spezifische Konzepte des E-Commerce nach Kriterien und Zielen der Nachhaltigkeit beurteilen zu können. Es wäre eine anspruchsvolle Aufgabe, Strukturen und Inhalte eines entsprechenden Forschungsprogramms zu entwickeln. Dieser Beitrag sollte hierzu erste Anregungen liefern.

7 Literatur

- Barthel, C.; Lechtenböhrer, S.; Thomas, S. (2001): GHG Emission Trends of the Internet in Germany. In: Langrock, T.; Ott, H.E.; Takeuchi, T. (Hg.) (2001): Japan and Germany. International Climate Policy and the IT Sector. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie. Wuppertal Spezial 19. Wuppertal. S. 55-70
- Behrendt, S.; Jonuschat, H.; Heinze, M.; Fichter, K. (2002a): Literaturbericht zu den ökologischen Folgen des E-Commerce. Gutachten für den Deutschen Bundestag vorgelegt dem Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB). Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung, Sekretariat für Zukunftsforschung und Borderstep – Institut für Nachhaltigkeit und Innovation. Berlin und Dortmund
- Behrendt, S.; Würtenberger, F.; Fichter, K. (2002b): Falluntersuchungen zur Ressourcenproduktivität von E-Commerce. Gutachten für den Deutschen Bundestag vorgelegt dem Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB). Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung und Borderstep – Institut für Nachhaltigkeit und Innovation. Berlin
- Berkhout, F.; Hertin, J. (2001): Impacts of Information and Communication Technologies on Environmental Sustainability: Speculations and Evidence. Report to the OECD. Science and Technology Policy Research (SPRU). Brighton
- BMVBW – Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (2001): Auswirkungen neuer Informations- und Kommunikationstechniken auf Verkehrsaufkommen und innovative Arbeitsplätze im Verkehrsbereich. BMVBW. Berlin
- Bohlin, E.; Frotschnig, A.; Pestel, R. (1999): Leitartikel. In: IPTS Report, Sonderausgabe Informationsgesellschaft und Nachhaltigkeit, 32(1999). Zuletzt abgerufen am 22.08.2002 unter <http://www.jrc.es/pages/f-report.de.html>

- Campino, I.; Clement, R.; Desler, J.; Hemkes, B.; Hilty, L.M.; Klee, B.; Kollmann, H.; Malley, J.; Matschullat, J.; Müller-Tappe, S.; Nehm, F.; Paetz, A.; Radermacher, F.J.; Rampacher, H.; Röscheisen, H.; Ruddy, T.; Sander, H.P.; Schabronath, J.; Scheinemann, I.; Schreiber, D.; Seelen, M.; Wagner, B. (1998): Nachhaltige Entwicklung und Informationsgesellschaft. Hrsg. v. Forum Info 2000 – Arbeitsgruppe 3. Bonn
- DIW – Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (2001): Wandel der Logistik- und Verkehrssysteme durch E-Commerce – Informationsdefizite abbauen und Regulierungsrahmen schaffen. In: DIW-Wochenbericht 68(2001)34 vom 23.08.2001, S. 517-524
- Eames, M., Berkhout, F., Hertin, J., Hawkins, R., Mackeron, G. (2001): E-topia? Scenarios for E-Commerce and Sustainability. In: Wildon, J. (Hg.): Digital Futures. Forum for the Futures. London und Sterling, S. 39-68
- Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ (1998): Konzept Nachhaltigkeit – Vom Leitbild zur Umsetzung. Abschlußbericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt – Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung“. Deutscher Bundestag, Drucksache 13/11200 vom 26.06.1998
- Enquete-Kommission „Zukunft der Medien in Wirtschaft und Gesellschaft“ (1998): Deutschlands Weg in die Informationsgesellschaft. Schlußbericht der Enquete-Kommission „Zukunft der Medien in Wirtschaft und Gesellschaft – Deutschlands Weg in die Informationsgesellschaft“. Deutscher Bundestag, Drucksache 13/11004 vom 22.06.1998
- Eurostat (2002): E-Commerce in Europe. In: Statistics in Focus. Industry, Trade and Services. Theme 4, 12/2002
- Flämig, H.; Hertel, C.; Wisotzki, E. (2002): E-Commerce, Ernährung und Umwelt. Wechselwirkungen zwischen wirtschaftlichen Transformationsprozessen, Raum, Mobilität und deren Auswirkungen auf Arbeit und Umwelt am Beispiel von lebensmittelbezogenen Konsumprozessen. Gutachten für den Deutschen Bundestag vorgelegt dem Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB). Technische Universität Hamburg-Harburg
- Fichter, K. (2000): Nachhaltige Unternehmensstrategien in der Internet-Ökonomie. In: Schneidewind, U., Truscheit, A., Steingräber, G. (Hg.): Nachhaltige Informationsgesellschaft – Analyse und Gestaltungsempfehlungen aus Management und institutioneller Sicht. Marburg, S. 75-81

- Fichter, K. (2001): Umwelteffekte von E-Business und Internetökonomie – Erste Erkenntnisse und umweltpolitische Schlussfolgerungen. Arbeitspapier für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Berlin
- Floeting H.; Henckel, D. (1993): Lean production, Telematik, Just-in-Time, Stadträumliche Wirkungen neuer Produktions- und Logistikkonzepte. In: Stadtbauwelt 120(1993) S. 2620-2629
- Gard, D.L. (2001): Digital Libraries and the Environment: A Comparative Life Cycle Energy Analysis. Report No. CSS01-15. Center for Sustainable Systems, University of Michigan, Ann Arbor, MI
- Goldstein, A.; O'Connor, D. (2000): E-Commerce for Development: Prospects and Policy Issues. OECD Development Centre Technical Papers, No. 164. OECD. Paris
- Göttsching, L. (1999): Ökologischer Vergleich zwischen gedruckter und elektronischer Zeitung. In: Seventh Global Conference on Paper and the Environment, Session 3, 1. June 1999
- Greusing, I.; Zangl, S. (2000): Vergleich von Print- und Online-Katalogen: Akzeptanz, ökologische und ökonomische Analyse. Diplomarbeit am Fachbereich Umwelttechnik der Technischen Universität Berlin
- Hargittai, E. (2002): Second-Level Digital Divide: Differences in People's Online Skills. In: First Monday 7(4). Zuletzt abgerufen am 25.07.2002 unter http://firstmonday.org/issues/issue7_4/hargittai/index.html
- Hauser, H.; Wunsch-Vincent, S. (2001): Die Bedeutung der UN-Organisationen bei der Förderung und Regulierung des elektronischen Handels. In: TA-Datenbank-Nachrichten, 10(2001)4, S. 11-21. Zuletzt abgerufen am 22.08.2002 unter <http://www.itas.fzk.de/deu/tadn/tadno14/inhalt.htm>
- HDE – Hauptverband des Deutschen Einzelhandels (2001): HDE-Umfrage eCommerce 2001 (B2C). Zuletzt abgerufen am 26.04.2002 unter <http://www.einzelhandel.de>
- Hoffman, D.L.; Novak, T.P.; (2000): The Growing Digital Divide: Implications for an Open Research Agenda. In: Brynjolfsson, E.; Kahin, B. (Hg.): Understanding the Digital Economy. Data, Tools, and Research. Cambridge, MA und London, UK, S. 245-260
- Hutter, M. (2001): Der 'Digital Divide' – ein vorübergehender Zustand. In: Kubicek, H; Klumpp, D.; Fuchs, G.; Roßnagel, A. (Hg.): Internet@Future. Tech-

- nik, Anwendungen und Dienste der Zukunft. Jahrbuch Telekommunikation und Gesellschaft 2001. Heidelberg, S. 362-370
- Kawamoto, K.; Koomey, J.G.; Nordman, B.; Brown, R.E.; Piette, M.A.; Alan, K.; Meier, A.K. (2000): Electricity Used by Office Equipment and Network Equipment in the U.S. In: Proceedings of the 2000 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings. Asilomar, CA. Zuletzt abgerufen am 28.05.2002 unter <http://enduse.lbl.gov/Info/LBNL-45917.pdf>
- Klaus, P.; König, S.; Pilz, K.; Voigt, U. (2002): Auswirkungen des elektronischen Handels (E-Commerce) auf Logistik und Verkehrsleistung – Verknüpfungen betriebswirtschaftlicher und volkswirtschaftlicher Informationen. Gutachten für den Deutschen Bundestag vorgelegt dem Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) und Fraunhofer Anwendungszentrum für Verkehrslogistik und Kommunikationstechnik (AVK). Berlin und Nürnberg
- Koll, R.; Kiemer, K. (1997): Telematik und Raumentwicklung – Analyse der Handlungsoptionen und Ableitung von Handlungsempfehlungen für den Bund. Ifo-Institut für Wirtschaftsforschung. München
- Kopfmüller, J.; Brandl, V.; Jörissen, J.; Paetau, M.; Banse, G.; Coenen, R.; Grunwald, A. (2001): Nachhaltige Entwicklung integrativ betrachtet. Konstitutive Elemente, Regeln, Indikatoren, Berlin
- Kubicek, H. (2001): Gibt es eine digitale Spaltung? Kann und soll man etwas dagegen tun? In: Kubicek, H.; Klumpp, D.; Fuchs, G.; Roßnagel, A. (Hg.): Internet@Future. Technik, Anwendungen und Dienste der Zukunft. Jahrbuch Telekommunikation und Gesellschaft 2001, Heidelberg, S. 371-377
- Laitenberger, J. (2001): Ordnungspolitik für die Informations- und Wissensgesellschaft. Die strategische Orientierung der Politik der EU. In: Kubicek, H.; Klumpp, D.; Fuchs, G.; Roßnagel, A. (Hg.): Internet@Future. Technik, Anwendungen und Dienste der Zukunft. Jahrbuch Telekommunikation und Gesellschaft 2001. Heidelberg, S. 100-109
- Latzer, M.; Schmitz, S.W. (2002): Literaturbericht zu übergreifenden ökonomischen Konzepten und Fragestellungen des elektronischen Handels. Gutachten für den Deutschen Bundestag vorgelegt dem Büro für Technikfolgen-Abschätzung (TAB). Österreichische Akademie der Wissenschaften, Forschungsstelle für institutionellen Wandel und europäische Integration (IWE). Wien
- Lenz, B. (2002): Ansätze zur Messung der verkehrlichen Wirkungen von e-Business (B2C). In: Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft e.V. (DVWG)

- (Hg.): Verkehrliche Wirkungen von e-Business. DVWG. Bergisch-Gladbach, S. 166-180
- Löbbe, K.; Dehio, J.; Graskamp, R.; Janßen-Timmen, R.; Moos, W.; Rothgang, M.; Scheuer, M. (2000): Wachstums- und Beschäftigungspotentiale der Informationsgesellschaft bis zum Jahre 2010. Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI). Essen. Zuletzt abgerufen am 15.04.2002 unter <http://www.rwi-essen.de>
- Majersik, C. (2001): eProcurement Project. Diskussionspapier. Washington, D.C.: The Center for Environmental Leadership in Business
- Mills, M.P.; Huber, P.W. (1999): Dig More Coal – the PCs Are Coming: Being Digital Was Supposed to Mean Less Demand for Hard Energy. It Isn't Turning Out that Way. In: Forbes, May 31, 1999, pp. 70-72
- Monse, K.; Weyer, J. (2001): Produktionskonzepte und logistische Ketten in der Internet-Wirtschaft – Trends und Perspektiven. Gutachten für den Deutschen Bundestag vorgelegt dem Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB). Forschungsinstitut für Telekommunikation (FTK). Dortmund
- Orwat, C. (2002): Innovationsbedingungen des E-Commerce – elektronischer Handel mit digitalen Gütern. TAB-Hintergrundpapier Nr. 8. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB). Berlin
- Paschen, H.; Banse, G.; Coenen, Chr.; Wingert, B. (2001): Neue Medien und Kultur – Bisherige und zukünftige Auswirkungen der Entwicklung Neuer Medien auf den Kulturbegriff, die Kulturpolitik, die Kulturwirtschaft und den Kulturbetrieb – Vorstudie. TAB-Arbeitsbericht Nr. 74. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB). Berlin
- Petermann, T. (2001): Innovationsbedingungen des E-Commerce – das Beispiel Produktion und Logistik. TAB-Hintergrundpapier Nr. 6. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB). Berlin
- Plätzer, E.T. (1998): Papier versus Neue Medien: Eine Analyse der Umweltverträglichkeit von Presseinformationen im Licht des technologischen Wandels. Dissertation am Fachbereich Rechts- und Wirtschaftswissenschaften der Technischen Universität Darmstadt, Darmstadt
- Reichart, I.; Hischier, R. (2001): Vergleich der Umweltbelastungen bei Benutzung elektronischer und gedruckter Medien. UGRA-Bericht 108/3. Verein zur Förderung wissenschaftlicher Untersuchungen in der grafischen Industrie (UGRA). St. Gallen

- Reijnders, L.; Hoogeveen, M.J. (2001): Energy Effects Associated with E-Commerce: A Case-Study Concerning Online Sales of Personal Computers in The Netherlands. In: *Journal of Environmental Management* 63(2001)3, pp. 317-321
- Riehm, U.; Coenen, C.; Orwat, C.; Petermann, T.; Scherz, C.; Revermann, C.; Wingert, B. (2002): TA-Projekt „E-Commerce“. Endbericht. TAB-Arbeitsbericht Nr. 78. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag. Berlin
- Schaefer, C.; Weber, Ch. (2000): Mobilfunk und Energiebedarf. In: *Energiewirtschaftliche Tagesfragen*, 50(2000)4, S. 237-241
- Schmidt, U. (2001): Veränderungen der Standortentscheidungen und -strukturen von Unternehmen unter dem Einfluss der „Neuen Medien“. In: Materialienband des Endberichtes „Neue Medien und Stadtentwicklung“, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen vertreten durch das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung. Bonn
- Schneidewind, U. (2000): Nachhaltige Informationsgesellschaft – eine institutionelle Annäherung. In: Schneidewind, U.; Truscheit, A.; Steingraber, G. (Hg.): *Nachhaltige Informationsgesellschaft. Analyse und Gestaltungsempfehlungen aus Management- und institutioneller Sicht*. Marburg, S. 15-35
- Seufert, W. (2001): Handel mit digitalen Gütern. Gutachten für den Deutschen Bundestag vorgelegt dem Büro für Technikfolgen-Abschätzung (TAB). Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW). Berlin
- UBA – Umweltbundesamt (1997): Klimaschutz durch Minderung von Leerlaufverlusten bei Elektrogeräten – Sachstand/Projektionen/CO₂-Minderungspotenziale. UBA-Text Nr. 45/97. Berlin
- Verbraucherzentrale Baden-Württemberg (1996): *Nutzen statt Besitzen*. Band 1, Heft 47. Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg. Stuttgart
- Zarsky, L.; Roht-Arriaza, N.; Brottem, L. (2002): *Dodging Dilemmas? Environmental and Social Accountability in the Global Operations of California-Based High Tech Companies*. Berkley, CA. Zuletzt abgerufen am 22.08.2002 unter <http://www.nautilus.org/cap/reports/DodgingDilemmas.pdf>
- Zoche, P. (2000): Auswirkungen neuer Medien auf die Raumstruktur. Endbericht an das Sächsische Staatsministerium des Inneren. Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung. Karlsruhe



Gerhard Sardemann,
Matthias Achternbosch,
Klaus-Rainer Bräutigam,
Christel Kupsch;
nicht auf dem Bild Bernd Reßler
(alle ITAS)

Der Artikel stellt Teilergebnisse von Arbeiten vor, die in ITAS im Rahmen des Strategiefonds-Verbundprojekts Schwarzer Rumpf, das vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) geleitet wurde, durchgeführt wurden. Schwerpunkt der Untersuchungen zum Einsatz neuer Materialien in der Luftfahrtindustrie, hier CFK, im Vergleich zu herkömmlichen Materialien, wie Aluminium, waren Stoffstromanalysen, mit deren Hilfe eine Analyse und Bewertung der mit dem Einsatz dieser Materialien verbundenen Ressourcennutzung und Umweltbelastung bei der Werkstoff- und Bauteilherstellung durchgeführt wurde. Das methodische Instrumentarium der Stoffstromanalysen, einschließlich der dafür erforderlichen Daten, stellt dabei ein wichtiges Handwerkszeug dar, das in ITAS ständig weiterentwickelt und auch für andere Arbeitsschwerpunkte genutzt wird. Darüber hinaus wurden auch systemanalytische Fragestellungen zum Nutzen und Einsatzverhalten des Werkstoffs sowie seines Recyclings betrachtet.

Die Arbeiten haben gezeigt, dass die teilweise sehr hochgesteckten Erwartungen an den neuen Werkstoff, beispielsweise die zu erzielende Gewichtseinsparung und der damit verbundene geringere Treibstoffverbrauch und CO₂-Ausstoß, sehr schnell relativiert werden muss. Trotzdem hat CFK seinen Platz im Flugzeugbau inzwischen ausbauen können; weitere potentielle Anwendungen werden diskutiert.

Mit den Arbeiten zum Thema „Neue Materialien“ wurde für ITAS ein Arbeitsfeld erschlossen, das auch in Zukunft einen Schwerpunkt der Analysen darstellen wird.

Material flow analysis – a comparison of manufacturing of CFRP-fuselage-components versus aluminium-fuselage-components for commercial airliners

Bernd Reßler, Matthias Achternbosch, Klaus-Rainer Bräutigam, Christel Kupsch, Gerhard Sardemann

Zuerst erschienen in: Fresenius Environmental Bulletin 12(2003)6, S. 656-662

Summary

Within the work of the project “Schwarzer Rumpf” a comparative material and energy flow analysis for the production of a conventional fuselage made of aluminium versus a fuselage made of carbon fibre reinforced plastics (CFRP) was performed. The analysis was based on the dimensions of a typical modern middle range airliner with a fuselage diameter of some 4 meter. For comparison with the conventional aluminium fuselage, model calculations for the structure of a CFRP fuselage were taken into account. The balance was restricted to the main structural parts of the fuselage. The production process of both materials was analysed from the raw material winning and the production of semi finished products to the mounted and coated fuselage structure. For both material lines the complete process chain was analysed in detail resulting in up to date data for the aluminium line and a completely new data set for the CFRP line. It could be shown that the amount of energy required for the production of both material lines is on the same level of roughly 2 TJ. The analysis of the production process itself revealed no important disadvantages with respect to the environmental aspects (e.g. input materials or emissions generated in the process lines) that would give reason to favour aluminium or CFRP. But it could be shown that the situation for the recycling of CFRP production residues is currently unsatisfying compared to aluminium residues, which can be recycled efficiently.

Introduction

The world wide air traffic constantly increased during the past decades, a trend that is estimated to continue within the next 20 years. To cover the growing demand in air transportation, new airplanes with a sales volume of more than 1000 Billion Euro have to be produced in this period [1]. To reach the target market share of 40-50 %, the European aircraft industry is challenged to advance its technological competence towards aircrafts that can be produced cost effective and that are light weight and fuel saving. Besides the application of modern engines, the use of fibre reinforced materials as an alternative to conventional aluminium alloys seems to be path-breaking to achieve these goals. Fibre reinforced materials are lighter and – if fitted in adequacy to their anisotropic qualities – stronger than aluminium.

Particularly carbon fibre reinforced plastics (CFRP) seem to be suitable as construction materials for aircraft structures due to their excellent mechanical properties and low specific weight of 1.55 g/cm³ (aluminium: 2.8 g/cm³). Because of the expensive and elaborate production process the use of CFRP in larger passenger airplanes is still restricted to relatively small structural parts (e.g. vertical stabilizer, wing flaps, fairings). The development of innovative production technologies is currently pushed forward to allow cost effective serial production of large and complex modules like wing and fuselage. A fuselage structure made out of CFRP could save more than 25 % of weight compared to the conventional aluminium fuselage. The project "Schwarzer Rumpf" serves to investigate different aspects in the application of CFRP for large aircraft structures. The works include the investigations of e.g. new production processes for CFRP parts, the structural behaviour under different stress conditions and also the investigation of environmental impact connected with the production and use of CFRP.

So far there is only poor quantitative and qualitative information available about mass and energy flows related to the production of CFRP. Nevertheless it is of importance to detect potential environmental impacts connected with the implementation of a new material for a certain production line and to point out advantages and disadvantages compared to conventional materials. Therefore a comparative analysis of the production process for a CFRP- and aluminium-fuselage was one of the tasks performed within the project "Schwarzer Rumpf" by the Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS). The phase of use (including flight operation, maintenance and repair) and recyclability of

wastes incurred by the production and use of either material were also investigated in detail by ITAS in the course of the study. Except the recycling of production residues these aspects are not considered here.

System boundaries and data collection

The investigations were focused on the main structural parts of the fuselage of the reference airliner, which are skin panels, stringers (longitudinal stabilizers) and frames (cross section stabilizers), furthermore on the required fasteners (aluminium or titanium rivets and connecting plates “clips”) and surface coatings.

The conventional fuselage of the reference airliner is composed of several tubular sections, each section consists of three panels riveted to circular frames. The stiffened panel elements are constructed by riveting stringers to the skin in longitudinal direction (Figure 1).

For the comparison between the aluminium- and CFRP fuselage, a hypothetical 1:1 transformation was chosen based on model calculations of the DLR for the CFRP-fuselage structure which were closely related to the geometrical dimensions of the conventional aluminium fuselage structure. New fuselage construction concepts that have been developed within the “Schwarzer Rumpf” project presently offer too little data to be taken into account for the mass balance. For the analysis of the production process of the CFRP parts new liquid resin injection technologies were considered, which are subject to intensive investigation of DLR-institutes. These developing technologies seem to be promising for the future as they offer the potential for cost effective serial production of CFRP components.

For the analysis of the aluminium and CFRP production lines the main process steps from the winning of the raw materials to the final product were identified and connected to a process chain.

The process analysis and data collection was the most elaborate part of the work, since the production processes even at the airplane producer itself had not yet been analysed in detail. In order to detect the most important process steps with respect to energy and material consumption and to decide which processes had to be analysed in depth, the essential process steps had to be identified and described with respect to the technology applied.

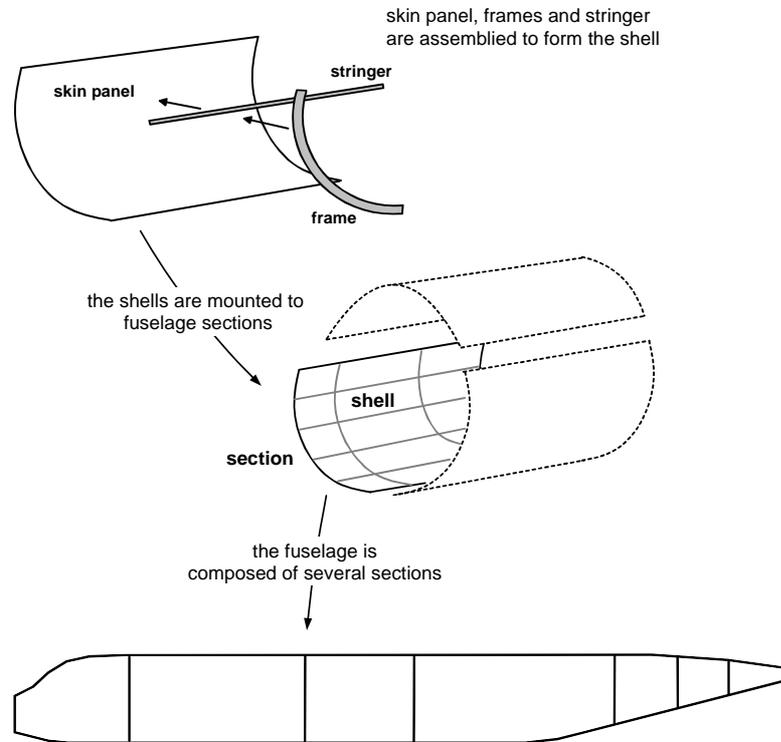


Figure 1: Simplified schematic depiction of the structural composition of the conventional reference fuselage (typical single aisle airliner with a fuselage diameter of ~ 4 meter)

Data were collected from industry (e.g. raw material producers, airplane producer), industrial associations and scientific institutes. While for the production of primary aluminium and the semi-finished aluminium products actual studies could be used – in particular from the European Aluminium Association (EAA) [2], only inadequate data related to material and energy flows as well as production processes were available for the CFRP line. Therefore an improved database was built up for the production of fibres and fabrics using data from relevant CFRP producers like Tenax Fibers and Saertex. For data inventory and balancing the software tool GaBi 3.2 [3] was used.

Accounting for production residues

The total weight of the fuselage structure of ~4500 kg is the sum of skin panels, stringers, frames, clips and rivets. The production of these structure components requires an initial input of nearly 13000 kg aluminium alloys, from which ~3400 kg are recycled directly in the aluminium plant or rolling mill as pure alloys (“primary residue”). Therefore this amount of aluminium is *only* balanced with respect to the energy necessary for re-melting and is not subject of further steps within the mass balance.

The aluminium residues generated at the airplane production facility in the course of further processing the semi-finished parts sum up to ~4700 kg. As these residues consist of a of different alloys from different mechanical and chemical material removing processes, they can not be reused for the original products and thus can not be recycled within the system boundaries as it is the case for the “primary residues”. They are therefore taken into account for the energy *and* mass balance.

The CFRP system consists of 60 % fibres (multilayer fabric made of several unidirectional layers) and 40 % resin. Production residues like cuttings and resins were estimated quantitatively for the different process steps and considered within the balance as wastes for recycling outside the system boundaries.

Analysis of the production processes

As mentioned above, data for the processing of half finished aluminium products and the production process for CFRP had to be actualised. Input data for each process accounted for primary energy and all important raw material resources, output data accounted for products, by-products and recyclable and non recyclable residues including emissions to air, water and land. The input and output data for each process step were built into process modules which represent the basic process elements for process chains created with the balancing software tool GaBi 3.2. Figure 2 exemplarily shows a process chain generated for the operation sequence of the production of a CFRP fuselage with emphasis on the steps of processing the cured CFRP components (fuselage shells). The CFRP shells are mounted with titanium-CFRP laminate laps, titanium bolts and steel nuts, respectively. The final process step is the painting of the components. The total sequence

of the production of semi-finished products (titanium and steel) as well as essential tooling steps like hole drilling, placing the bolts are included.

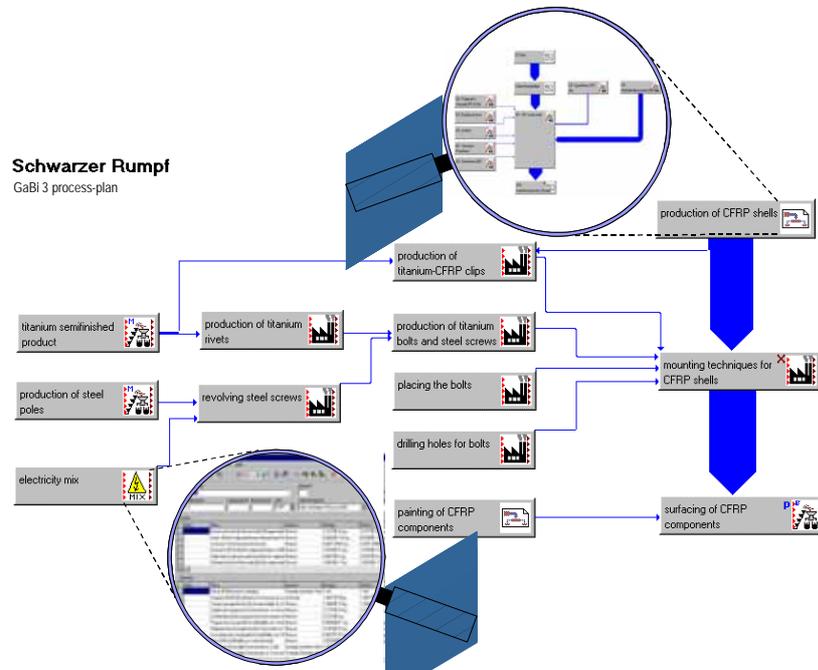


Figure 2: GaBi 3.2 process chain of the production, mounting and connection of CFRP components to a CFRP fuselage. The different process modules (depicted as rectangular boxes) contain the in- and output data (exemplified in lower lens). For better clearness, some modules can also comprise several process steps, e.g. the module “production of CFRP” (upper lens) includes all process steps of the composite part production described above.

Results

Production process

The material flow analysis performed resulted in a detailed data set from which single parameter or groups of parameters could be extracted and allocated to

different sections of the process chain for each material line. In Figure 3 some results are shown exemplarily for the aluminium versus the CFRP line. The sections of the columns have the following meaning:

- production of raw materials and semi-finished products: aluminium alloys and rolling plates, carbon fibre fabrics; titanium alloys (aluminium fuselage) and resins (CFRP fuselage) are shown separately
- the production process for the further treatment of the semi-finished products: e.g. milling of frames and solution annealing for the aluminium parts, autoclave based resin injection (so called “Single Line Injection”-technology) for CFRP-parts
- mounting and connecting techniques: rivets and clip mounting incl. phases of operation for the aluminium fuselage (e.g. drilling of rivet holes), connecting of different parts in the CFRP-fuselage using titanium plates.
- painting: surface-treatment and -coating including special pre-treatments like anodic oxidation for the aluminium fuselage, excluding the finish coating since this can be considered to be similar for the aluminium- and CFRP-fuselage.

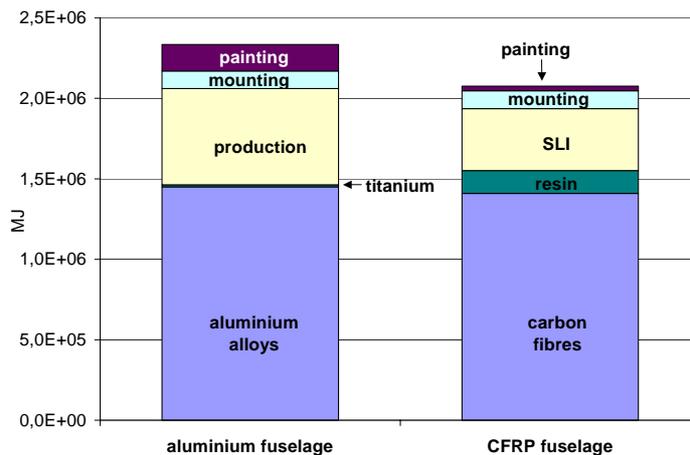


Figure 3: Primary energy consumed for the production of the aluminium and CFRP fuselage

The primary energy consumption was calculated to 2300 GJ for the production of the aluminium fuselage and to 2100 GJ for the CFRP fuselage (Figure 3). Taken into account various uncertainties related to the data quality for several process steps, it can be stated, that for the current situation the energy demand for both process chains is roughly on the same level.

In both production lines the major share of energy consumption results from the production of the raw materials (aluminium alloys and carbon fibre fabrics). Regard should be paid to the fact that the metal fuselage mainly consists of non-energetic resources whereas for the production of carbon fibres and resins mainly energetic resources (mainly natural gas and partly mineral oil based educts). In the energy balance the energy value of this educts is partly fixed in the fuselage material.

Major energy consumptions for the further treatment of the semi-finished products can be assigned to the mechanical and chemical treatment of aluminium parts and the autoclave process used in the SLI-technology. This technology uses an innovative resin injection management to embed the preformed carbon fibre fabrics with resin. Due to the fact that the autoclave has to withstand high pressures and temperatures required for resin curing, it is built out of massive steel walls which absorb much more heating energy than the CFRP part itself. Another large share of the energy is consumed by the production of nitrogen which is used as a protective gas in the autoclave.

While the production of the CFRP fuselage requires 10 % less energy compared to the aluminium fuselage, the difference in CO₂ emissions amounts to some 25 % less as shown in Figure 4. This is because – as mentioned above – the part of the energy fixed in the CFRP fuselage is not relevant with respect to emissions. Another reason is, that for the CFRP production the energy mix applied in this study involves a relatively high amount of nuclear energy as it is based on the situation in Germany, while for the production of the primary aluminium the energy mix of the European aluminium association has been taken into account which contains a smaller amount of nuclear energy and more CO₂ relevant fossil energy carriers. The EAA energy mix accounts for the fact that aluminium is a “global” product and the winning of bauxite and production of primary aluminium usually takes place in different countries using different mixtures of energy resource

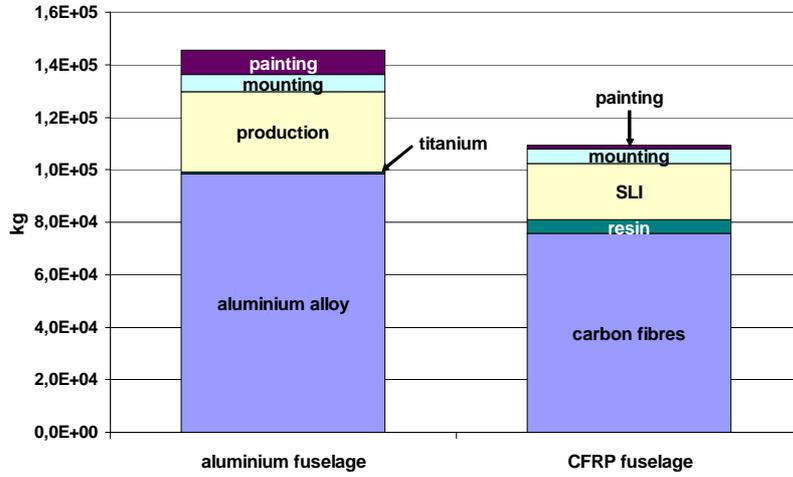


Figure 4: CO₂ emissions generated in the course of the production of the aluminium and CFRP fuselage

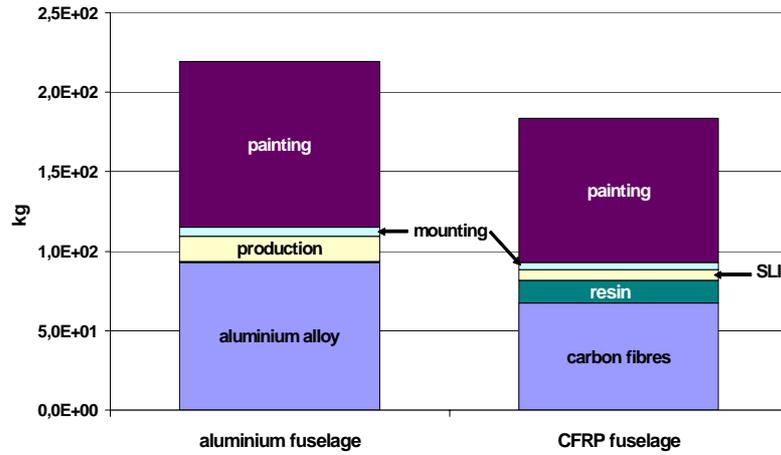


Figure 5: NMVOC emissions generated in the course of the production of the aluminium and CFRP fuselage

The following examples for emissions to air and land denote that in some cases significant amounts of emissions are related to energetically secondary processes: painting processes account for a large amount of non-methane volatile organic compounds (NMVOC) (Figure 5), the production of titanium alloys used for mounting generates large amounts of residues from the extraction and preparation of the titanium containing ores (Figure 6). It should be emphasised in this context that the further processing of the semi-finished products contributes significantly to the mass and energy balances and has to be regarded carefully.

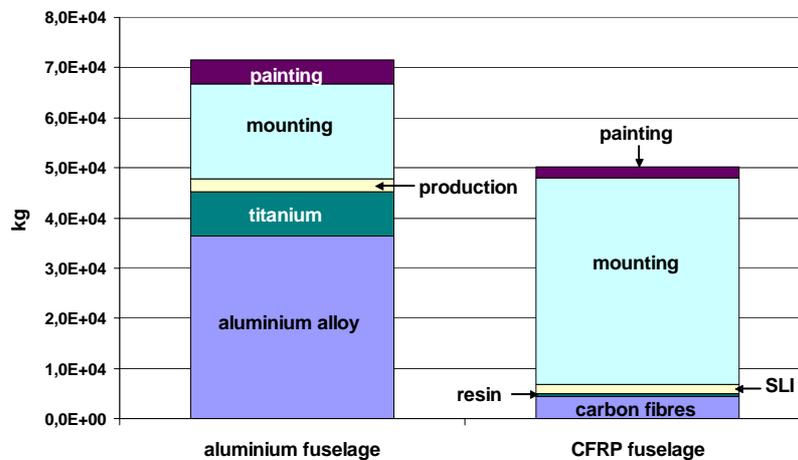


Figure 6: Residues from ore extraction

Recycling of Aluminium- and CFRP-production residues

In the context of this study only the production residues are considered, the recycling of new parts rejected due to defect, exchange spare parts or the fate of the complete fuselage are neglected up to now, a subject for further research activities. The production of the aluminium fuselage generates metal losses like cuttings and chips. A large part of this scrap arises from the production of the semi-finished products in the aluminium plant and rolling mill and can be fully recycled without quality losses with just a trickle of the energy required for the production of primary aluminium.

Scrap from processing the semi-finished parts usually consists of different aluminium alloys. Although it must not be reused for the original parts, it is a valuable material for high quality secondary aluminium products. An improved scrap collection could provide this amount to be reused for the production of the original products.

On the other hand, no residues from the production of CFRP can be recycled into the process chain to be reused for the original products. Due to the chemical composition of the carbon fibres and the resins they cannot be recycled as it is possible for aluminium, they can only be “down-cycled” to products of minor quality, consequently losing their value for production of the original (aircraft) parts.

Mostly CFRP residues are deposited. Recycling technologies for residues of CFRP, fibres are still in the beginnings. At present the material is normally crushed to particles of defined size and used as admixture in secondary polymeric products like e.g. sheet moulding compounds. This is also practised for CFRP residues from production of CFRP parts (wing laps, stabilizers) for the reference airliner, which are delivered to a specialized recycling firm. As another promising recycling option currently thermal processes are investigated to recover the carbon fibres by simultaneously using the heating value of the resins in a pyrolytic process. In this process the material is crushed too prior to pyrolysis.

Conclusions and recommendations

Production process

The analysis of the aluminium production chain revealed some major energy and material intensive steps that offer potential for more economic operations some of which are about to be applied in the near future. Some material- and also cost-saving improvements are:

- for the aluminium fuselage:
 - laser welding to substitute the highly work and weight intensive riveting technology,
 - new aluminium casting technologies which offer new possibilities for the construction of integrated aluminium parts,
 - by a further improved scrap collection the major part of the aluminium scrap could be recycled for high quality products;

- for the CFRP fuselage:
 - new installations for the production of carbon fibres will save more than 10 % of energy in comparison to conventional plants. Additional saving potential will come with an increasing demand for CFRP-products and consequently larger production sites [5],
 - optimising blank forming will further reduce cuttings and thus material waste,
 - substitution of the highly energy consuming autoclave process used for resin curing in the SLI technology by alternative technologies. For the resin curing process a new microwave-technology is currently investigated at the Forschungszentrum Karlsruhe [6].
 - Substitution of titanium which has to be produced with an extremely high energy consumption. Improvement of the integrative construction could help to substitute titanium plates that are currently used to connect the shells of the CFRP fuselage model developed by the DLR.

Recycling of CFRP production residues

It can be stated that currently particle recycling and pyrolysis seem to be the most interesting ways for the recycling of CFRP residues. Nevertheless there is still no market for processed CFRP residues. This is because of too small amounts of residues existing for effective recycling, limited fields of applications, insecurities on the side of producers concerning long performance behaviour of CFRP-parts containing recycled material and an in many cases negative image of recycled materials, particularly if admixed to high performance compounds. These reasons by now are the roadblocks for the engagement of producers like the automobile industry. But only these industries could produce CFRP amounts that could make recycling economically interesting.

References

- [1] Mitteilungen des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt. Sonderheft Luftfahrt, Heft 97. Juni 2000. <http://www.dlr.de:8000/oeffentlichkeit/nachrichten/97/gesamt97.pdf>
- [2] Environmental Profile Report for the European Aluminium Industry. European Aluminium Association, Brussels. April 2000. <http://www.eaa.net>

- [3] Gabi 3.2; Software und Datenbank zur Ganzheitlichen Bilanzierung. IKP, Universität Stuttgart und PE Europe GmbH
- [4] Herrmann, A. S.; Pabsch, A.; Kleineberg, M.: 'SLI-RTM Fairings for Fairchild Dornier DO 328 Jet'. Publication of German Aerospace Center, Lilienthalplatz 7, D-38108 Braunschweig www.sm.bs.dlr.de/strukturtechnologie/Veroeffentlichungen/Kleineberg_Sampe_Paris_2001_6.pdf
- [5] Personal Communication. Tenax Fibers 2002
- [6] Feher, L.; Thumm, M.: 'HEPHAISTOS – Development of a Novel Automated Microwave Processing System for Carbon Reinforced Fibre Plastics (CFRP)'. 3rd World Congress on Microwave & RF Applications, 22–26 September 2001, Sydney, Australia



Ulrich Riehm,
Bernd Wingert,
Knud Böhle (ITAS)

Der abgedruckte Handbuchartikel steht in einer 20 Jahre währenden Kontinuität der Forschung, die mit dem Projekt Elektronisches Publizieren (PEP) Ende der 1980er Jahre – im Auftrag des Forschungsministeriums (BMFT) durchgeführt – ihren Anfang nahm. Das Thema war von euphorischen Annahmen der Promotoren und tiefer Skepsis bei den Praktikern in den Verlagen gekennzeichnet. Die „Begleit- und Wirkungsuntersuchungen“ lieferten eine „nüchterne Bestandsaufnahme“ (so der damalige Beiratsvorsitzende Weischenberg). Es war zu jenem Zeitpunkt nicht absehbar, zu welcher breiten digitalen Verfügbarkeit wissenschaftlicher Publikationen im Zuge des Internets es einmal kommen würde. Die strukturellen Einsichten erwiesen sich jedoch über die Zeit als tragfähig, wenn auch immer wieder Aktualisierungen und Präzisierungen vorzunehmen waren, die in der dritten Fortschreibung dieses Handbuchartikels seit 1990 ihren Ausdruck finden.

Im genannten Projekt wurden wichtige Elemente des Ansatzes der „IuK-Gruppe“ des ITAS entwickelt und kombiniert: der Einsatz von Methoden empirischer Sozialforschung (Experteninterviews und repräsentative Befragungen), eine problemorientierte Fokussierung auf „Fachwelten“ bzw. Anwendungsgebiete, das kontrollierte Experimentieren mit den neuen Techniken, um bereits im frühen Stadium der Entwicklung einer Technik deren Wirkungspotenziale auszuloten und aus dieser Nutzerperspektive heraus Gestaltungsziele formulieren zu können.

Das Thema begleitete uns in mannigfachen Fokussierungen in den folgenden Jahren in weiteren Projekten, so über elektronische Bücher und Hypertexte, Multimedia, den Online Buchhandel, E-Commerce und Neue Medien und Kultur.

Elektronisches Publizieren

Ulrich Riehm, Knud Böhle, Bernd Wingert

Zuerst erschienen in: Kuhlen, R.; Seeger, Th.; Strauch, D. (Hrsg.):
Grundlagen der praktischen Information und Dokumentation. Band 1:
Handbuch zur Einführung in die Informationswissenschaft und -praxis.
München: Saur 2004, S. 549-559 (5., völlig neu gefasste Ausgabe)

1 Begriffe und Differenzierungen

1.1 Publikationsbegriff

Publizieren bezeichnet einen indirekten, räumlich und zeitlich entkoppelten Kommunikationsprozess, der über ein Artefakt, die Publikation, vermittelt wird. Nicht jedes Dokument, das erstellt, und nicht jede Information, die verbreitet wird, ist eine Publikation. Eine Publikation ist für die Öffentlichkeit, für ein mehr oder weniger anonymes Publikum bestimmt. Der Publikationsprozess selbst ist in der Regel arbeitsteilig organisiert. Am Anfang des Publikationsprozesses steht die Annahme oder die Ablehnung eines Manuskripts; im Falle der Annahme erfolgt danach die weitere Aufbereitung zur Publikation. Durch Selektion und inhaltliche wie gestalterische Aufbereitung wird eine besondere Qualität erzeugt. Akteure, Verfahren und Qualitätskriterien des Publikationsprozesses sind historisch gewachsen und unterliegen einem ständigen Wandel, der nicht zuletzt durch technische Innovationen beeinflusst wird.

1.2 Publizieren in der Fachkommunikation

In der (wissenschaftlichen) Fachkommunikation, die hier den Rahmen der Betrachtung abgibt, geht ein Arbeitsprozess, in dem Wissen produziert wird, dem Publikationsprozess voraus, und die anschließende Rezeption der Publikation wird zum Bestandteil eines neuen Arbeitsprozesses. Diese Verknüpfung von Arbeitsprozess und Publikationsprozess ist die wesentliche Unterscheidung zum Publikationsgeschehen bei den Massenmedien.

Das Publizieren in der Fachkommunikation folgt der Maxime des freien Informationsaustausches und ist gleichzeitig Ausdruck der Konkurrenz unter Fachkollegen, die über das Formulieren von Ansprüchen auf Urheberschaft ausgetragen wird. Da Publizieren als Qualitätsbeweis gilt, kann es als Vehikel für Reputation und Karriere fungieren. Doch die Formel „publish or perish“, auf die der amerikanische Soziologe Logan Wilson bereits 1942 den Publikationszwang der Akademiker brachte und in die Literatur einführte (Wilson 1942, S. 197; Garfield 1996), verweist auf die Kehrseite: um jeden Preis publizieren. Die Attraktivität des Elektronischen Publizierens in der Wissenschaft könnte, unter dem Aspekt des Publikationszwangs, aus den sich neu ergebenden Publikationschancen erklärt werden.

Typisch für das wissenschaftliche Publikationssystem ist eine Mischfinanzierung, die teils durch die öffentliche Hand, teils über den Markt erfolgt. Der Markt verbindet ökonomisches Kalkül und publizistische Qualität auf widersprüchliche Weise. Denn einerseits kann das ökonomische Kalkül zur Intensivierung der Qualitätskontrolle und zur Steigerung der Qualität durch Begutachtung, Lektorat und ansprechende Aufmachung führen, weil hohe Qualität sich letztlich besser verkauft. Andererseits mag das ökonomische Kalkül den unerwünschten Effekt haben, dass Wichtiges unpubliziert bleibt, weil es sich nicht rechnet. Eine ähnliche Spannung besteht zwischen dem Prinzip der freien Zugänglichkeit und dem Marktmechanismus, der den Zugang zu Informationen an die Kaufkraft bindet, selbst wenn ein Mangel an zahlungsfähiger Nachfrage durch die öffentliche Hand, die die Bibliotheks- und die Netzinfrastruktur unterhält, teilweise kompensiert wird (Kuhlen 2002).

1.3 Elektronisches Publizieren

Das Spezifikum des Elektronischen Publizierens ergibt sich daraus, dass eine Klasse von Publikationen auftritt, die einerseits die genannten Kriterien des Publizierens erfüllt, deren Nutzung jedoch andererseits an spezifische informationstechnische Mittel geknüpft ist. Das Besondere des *Elektronischen* Publizierens liegt so gesehen zunächst nur darin, dass zur Nutzung der elektronischen Publikationen technische Hilfsmittel – Software, Hardware, Anschluss an die Netzinfrastruktur – benötigt werden. Es lässt sich also in Anlehnung an eine frühere Definition (Böhle 1997; Riehm u.a. 1992, S. 10) formulieren:

Elektronisches Publizieren umfasst öffentliche und zeitpunktunabhängige Formen indirekter Kommunikation über anerkannte Kanäle von derzeit überwiegend textlichen und grafischen Informationen in digitaler Form, wobei computerspezifische und multimediale Möglichkeiten zunehmend zum Einsatz kommen. Für die Nutzung elektronischer Publikationen wird Hard- und Software vorausgesetzt.

Die Definition hebt auf den Kommunikationsprozess ab, der über elektronische Publikationen vermittelt wird, und liefert damit eine Abgrenzung zu Konzepten des „Printing-on-Demand“ oder des elektronischen „Document Delivery“ (vgl. Osswald 2004), bei denen die Publikation zwar aus einer digitalen Vorlage erzeugt (Printing-on-Demand) oder digital übertragen wird (Document Delivery), für deren Nutzung aber nicht unbedingt Hard- und Software benötigt wird. Im Einzelfall sind die Grenzen jedoch fließend.

1.4 Phasen des Elektronischen Publizierens

Die geschlossene elektronische Publikationskette ohne Medienbruch ist das Ideal des elektronischen Publizierens, das nicht immer erreicht wird und je nach Problem- und Interessenlagen auch nicht immer erreicht werden muss. Denn der Einsatz elektronischer Arbeitsmittel ist prinzipiell in jeder Phase des Publikationsprozesses möglich: in der Phase der Kreation, der Selektion, der Redaktion, der Produktion, des Vertriebs, der Rezeption, der Zugänglichmachung und der Aufbewahrung (Speicherung).

Der Einsatz elektronischer Arbeitsmittel in einer Phase erleichtert das elektronische Publizieren in den folgenden Phasen. Aber bei jedem Publikationsschritt stellt sich die Frage nach dem Einsatz von Computer und elektronischer Kommunikation neu. Es ist deshalb sinnvoll, die folgenden Aspekte zu unterscheiden (vgl. hierzu auch Frühschütz 1997, S. 29ff.):

- produktionsorientiertes,
- distributionsorientiertes,
- rezeptionsorientiertes und
- speicherorientiertes Elektronisches Publizieren.

1.5 Medien der Distribution

Man kann zwei Distributionsformen für elektronische Publikationen unterscheiden: Offline- und Online-Medien, d.h. Disketten, CD-ROM, DVD und andere portable Speichermedien sowie alle Distributionsformen, die über Telekommunikationsnetze abgewickelt werden. Wenn auch die portablen Speichermedien für die Distribution nicht obsolet geworden sind, so haben sie doch im Laufe der letzten 10 Jahre ihre dominierende Stellung eingebüßt. Dies liegt im Wesentlichen an der breiten Verfügbarkeit der Telekommunikation für die Datenübertragung und an der erheblichen Steigerung der Übertragungsraten.

Im *Online-Bereich* ist das dominierende Medium für das Elektronische Publizieren das Internet. Es verfügt über eine Reihe von Informations- und Kommunikationsdiensten, die mehr oder weniger für das Publizieren geeignet sind, etwa Usenet News, E-Mail-Verteillisten, FTP, Gopher, WAIS, WWW, Wikis, Blogs. So sind beispielsweise E-Mail-Verteillisten relativ verbreitet für die Distribution von Newslettern oder für die Ankündigung einer neuen Ausgabe einer elektronischen Zeitschrift, deren Artikel dann im WWW abgerufen werden können. Mit dem WWW wurde das Hypertextprinzip im Internet eingeführt, das neue Formen verteilter Publikationsangebote – vom einzelnen Artikel mit Hypertextverknüpfungen bis zu umfangreichen vernetzten Sammlungen – zulässt. Es stellt heute das dominierende elektronische Publikationsmedium dar. Der Web-Browser ist in der Lage, die unterschiedlichen Internetdienste zu integrieren.

1.6 Potenziale

Eine Reihe von Potenzialen werden typischerweise mit dem Elektronischen Publizieren verbunden:

- Aus der Perspektive der Rationalisierung des Publikationsprozesses werden das Potenzial der Beschleunigung und Kostenreduktion gesehen sowie neue Möglichkeiten der Mehrfachverwertung.
- Der Zwang zur Selektion und zur Umfangsbegrenzung von Publikationen könnte auf Grundlage der fast beliebig großen digitalen Speicher entfallen.
- Der Zugriff auf eine elektronische Publikation könnte prinzipiell von überall und jederzeit erfolgen.

- Die Nutzung eines „Exemplars“ schliesse eine weitere Nutzung nicht aus, wie dies bei gedruckten Publikationen der Fall ist.
- Elektronisches Publizieren böte das Potenzial der Integration von dynamischen Medien (Ton und Bewegtbild), Interaktivität, Volltextsuche und Weiterverarbeitung (Kopieren, Annotieren, Verknüpfen etc.).
- Schließlich verbinden die verschiedenen Akteure mit dem Elektronischen Publizieren die Hoffnung, sie könnten ihre Position im Publikationsgeschehen neu definieren und verbessern. Dies wird z.B. deutlich, wenn Autoren unter Umgehung herkömmlicher Verlage, des Buchhandels und der Bibliotheken das Internet als Publikationsplattform nutzen wollen.

Diese Potenziale des Elektronischen Publizierens werden sich nicht in jedem Fall und unter allen Bedingungen realisieren lassen. Dies liegt zum einen an Begrenzungen der technisch-organisatorischen Lösungen oder ihrer ungenügenden Umsetzung; zum anderen spielen die unterschiedlichen und teilweise gegensätzlichen Interessen der Akteure im Publikationsgeschehen eine Rolle.

2 Elektronische Publikationen

Wie sich bei den gedruckten Publikationen bestimmte typische Publikationsarten herausgebildet haben, so auch bei den elektronischen Publikationen. Letztere orientieren sich noch im Wesentlichen an den herkömmlichen Vorbildern, im Wesentlichen dem Buch und der Zeitschrift mit ihren Varianten. Für das Neue fehlen oft noch die überzeugenden Beispiele oder auch die geeigneten Begriffe. Im Folgenden wird – oft an konkreten Beispielen – ein Überblick über die bisherige Entwicklung gegeben, der gegenwärtige Stand – auch im Vergleich zum betreffenden Segment des herkömmlichen Publizierens – geschildert und auf wesentliche Problemdimensionen hingewiesen.

2.1 Elektronische Nachschlagewerke

Unter elektronischen Nachschlagewerken sollen Publikationen verstanden werden, deren Inhalte stark strukturiert und nach einer bestimmten Zugriffsregel systematisch geordnet sind. In ihnen wird in erster Linie nach spezifischen Informationen gesucht, was zur Folge hat, dass sie nicht als Ganzes rezipiert werden,

sondern nur in kleinen Ausschnitten. Typische Beispiele sind Bibliographien, Kataloge, Adressverzeichnisse, Wörterbücher, Lexika.

Nachschlagewerke sind für das Elektronische Publizieren aus Sicht der Herstellung im Wesentlichen aus drei Gründen besonders gut geeignet: Die Dokumenteinheiten sind klar strukturiert und mit Verweisen versehen, was sich „datenbankgestützt“ besonders gut abbilden lässt; Nachschlagewerke werden immer wieder in neuen Auflagen publiziert – diese Datenpflege lässt sich in Datenbanken besonders effektiv durchführen; schließlich unterstützt das „datenbankgestützte Publizieren“ die Mehrfachverwertung in dem Sinne, dass aus einer Datenquelle sowohl Druckvorlagen als auch Dateien für das Angebot auf CD-ROM oder im Internet erzeugt werden können.

Von daher ist es nicht überraschend, dass elektronische Nachschlagewerke zu den frühen Anwendungsfällen des Elektronischen Publizierens gehören und dass hier auch die Konkurrenz der Angebotsformen – Druck, CD-ROM, Online – besonders sichtbar wird, wie die folgenden drei Beispiele verdeutlichen.

Das *Verzeichnis lieferbarer Bücher (VLB)* wird seit 1971 durch den Verlag des Börsenvereins des Deutschen Buchhandels herausgegeben und hat das Ziel, einen vollständigen Nachweis aller in Deutschland lieferbaren Bücher zu geben (im Folgenden nach Braun-Elwert 1994; Hammacher 2003; Riethmüller 2000). Es umfasst heute fast eine Million Titeleinträge. Das VLB kann als Beispiel für die Koexistenz von gedruckter und elektronischer Publikation herangezogen werden. Seit 1989 gibt es das VLB auf CD-ROM. CD-ROM-Laufwerke waren damals noch kaum verbreitet und kosteten einige Tausend DM. Während die CD-ROM-Ausgabe mit einer Auflage von rund 5.000 Exemplaren heute der wesentliche Umsatzträger ist, ist die Druckauflage von über 10.000 Exemplaren in den 1980er Jahren auf heute unter 1.000 Exemplare gesunken. Bei welcher Auflage sie sich für den Verlag nicht mehr rechnet und eingestellt wird, bleibt abzuwarten. Das VLB ist seit 1997 auch im Internet zugänglich und zwar in zwei Funktionen: als endnutzerorientiertes und gebührenfreies Recherche- und Vertriebsinstrument unter dem Namen Buchhandel.de (Riehm u.a. 2001, S. 76 ff.) und für die Verlage zur direkten Neuanmeldung von Buchtiteln und Pflege des Titelbestands.

Der Einkaufsführer „*Wer liefert was?*“ ist eine weit verbreitete Quelle für professionelle Einkäufer in der Wirtschaft. Er enthält in elf Sprachen Informationen über Produkte und Dienstleistungen von rund 410.000 Herstellern und Lieferanten aus 15 europäischen Ländern (im Folgenden nach Mattscheck 2003). Noch Anfang der 1990er Jahre wurden 80.000 Exemplare gedruckt. Im Laufe der 1990er

Jahre sank diese Auflage auf nur noch 3.000 Exemplare und im Jahr 2001 wurde „Wer liefert was?“ als gedrucktes Handbuch eingestellt. Online Versionen gibt es seit den 1980er Jahren bei Datenbankanbietern wie Genios oder FIZ-Technik. 1986 wurde eine erste CD-ROM herausgegeben, deren Auflage von 2.000 Exemplaren im Jahr 1992 auf einen Spitzenwert von rund 300.000 im Jahr 2000 anstieg. Seitdem macht sich die Konkurrenz des Internets bemerkbar und die CD-ROM-Auflage sinkt wieder. Das Angebot im Internet, seit 1995, umfasste zunächst nur Teile, seit 2001 dann den vollständigen Datenbestand; die Nutzung ist kostenlos. Der Verlag finanziert sich mit einem Gesamtumsatz von 50 Million Euro fast vollständig aus Werbeeinnahmen.

Zu den großen, umfangreichen und traditionsreichen Universallexika gehört die *Encyclopædia Britannica*. Auch diese zählte zu den Pionieren beim Elektronischen Publizieren (vgl. zu frühen Überlegungen und Prognosen Preece 1980 und 1981; zum Folgenden Albrecht 2001; Melcher 1997; Rossney 1995; Rötzer 1999 sowie Informationen von der Website der Britannica). Bereits ab 1981 konnte man die elektronische Volltextversion der Britannica beim Datenbankanbieter Mead Data Central kostenpflichtig durchsuchen und abrufen. 1994 wurde die erste CD-ROM auf den Markt gebracht und gleichzeitig mit Britannica-Online der Gang ins Internet gewagt. Die Verkaufszahlen der gedruckten Ausgabe gingen in den 1990er Jahre allerdings dramatisch zurück, von über 100.000 im Jahr 1990 auf etwa 20.000 im Jahr 1997. Die Ursachen für diese Entwicklung sind vielfältig: so wurde mit der Orientierung auf elektronische Produkte der Direktvertrieb eingestellt, was die Verkäufe der gedruckten Ausgabe reduzierte. Die Billigangebote von Lexika-CD-ROMs, z.B. Microsofts Encarta, für weniger als 100 US-Dollar traten in Konkurrenz zum Kauf einer mehrbändigen gedruckten Enzyklopädie für über 1.000 US-Dollar. Der Mitte der 1990er Jahre in seiner schwersten Krise stehende Verlag konnte nur durch die Übernahme durch einen finanzkräftigen Investor gerettet werden. Seit 2001 werden wieder aktualisierte Druckausgaben des 32-bändigen Werkes aufgelegt und für rund 1.400 US-Dollar verkauft. Die CD-ROM-Versionen haben sich dagegen dem allgemeinen Preisniveau von etwa 30 bis 70 US-Dollar angepasst. Ein tragfähiges Geschäftsmodell für das Internet wurde dagegen noch nicht gefunden. Zunächst wurde die Britannica-Online zu einem Pauschalpreis an Universitäten und Schulen lizenziert; dann wurde dieses Angebot für alle Endnutzer für einen Jahrespreis von zunächst 150, dann 85 US-Dollar geöffnet – mit relativ wenig Erfolg. Im Oktober 1999 wurde die Nutzung im Internet ganz freigegeben; das Angebot sollte sich über Werbeeinnahmen finanzieren,

was sich allerdings nicht realisieren ließ. So wurde im Juli 2001 das Geschäftsmodell abermals geändert und ein kostenpflichtiger „Premiumservice“ mit einem werbefreien Zugriff auf die kompletten Inhalte der Britannica für 60 US-Dollar etabliert, während ein inhaltlich begrenztes Angebot mit Werbung weiterhin frei zugänglich blieb.

2.2 Elektronische Zeitungen

Bei Tages- und Wochenzeitungen kann man bereits auf eine lange Geschichte des elektronischen Publizierens zurückblicken; deshalb werden sie im Folgenden behandelt, obwohl sie für den Bereich der Fachinformation nicht von zentralem Interesse sind. Die technischen Voraussetzungen für elektronische Zeitungsangebote wurden bereits in den 1970er Jahren mit der Einführung von elektronischen Redaktions- und Produktionssystemen gelegt. Elektronische Zeitungen werden bisher kaum als eine Bedrohung der gedruckten Zeitungen angesehen; experimentiert wird vielmehr mit der richtigen Positionierung der elektronischen zur gedruckten Ausgabe. Soll die elektronische Zeitung sich ganz eigenständig darstellen, die gedruckte Zeitung ergänzen oder stellt sie nur einen elektronischen Ableger im Sinne einfacher Mehrfachverwertung dar? Das sind die wesentlichen Publikations- und Geschäftsmodelle, die gegenwärtig in der Diskussion sind (vgl. hierzu etwa Haldemann 2000).

Zu den frühen Angeboten von Zeitungsvolltextdatenbanken in Deutschland gehörten die VDI-Nachrichten (seit 1984) und das Handelsblatt (1985). Aber erst seit Mitte der 1990er sind alle bedeutenden überregionalen Tageszeitungen und Wochenblätter Deutschlands in elektronischer Form zugänglich, zunächst als kostenpflichtiges elektronisches Archiv bei kommerziellen Datenbankanbietern wie Genios (ca. 50 tagesaktuelle, deutsche Zeitungen, Stand: Oktober 2003) oder GBI (ca. 30 tagesaktuelle deutsche Zeitungen, Stand: Oktober 2003), aber dann auch vermehrt auf CD-ROM und im Internet. 1995 war die „taz“ die erste deutsche Tageszeitung, die ihr redaktionelles Angebot vollständig und ohne Nutzunggebühren im Internet zur Verfügung stellte (Digitaz).

Insbesondere die Internetangebote der Tageszeitungen sind nach einem optimistischen Start in den späten 1990er Jahren heute – auch im Kontext der allgemeinen Pressekrise – in einer Phase der Neuorientierung. Deutlich wurde, dass Internetredaktionen allein über Werbung kaum zu finanzieren sind. Im Wesentli-

chen wird heute mit Strategien der Produkt- und Preisdifferenzierung experimentiert. Die Vielfalt der Möglichkeiten veranschaulichen die folgenden Beispiele:

- Die aktuellen Artikel (des Tags, der Woche) werden kostenfrei zur Verfügung gestellt, Archivrecherchen im Gesamtbestand kosten dagegen etwas.
- Artikel werden z.B. bei Wochenmagazinen bereits vor Erscheinen der gedruckten Ausgabe kostenpflichtig angeboten.
- Einen kostenfreien Zugang zum Internetangebot erhalten nur Abonnenten der gedruckten Ausgabe, andere müssen dafür bezahlen.
- Die Internetausgabe profiliert sich als eigenständiges Publikationsmedium mit größerer Aktualität, mehr Hintergrund- und Serviceinformationen, multimedialen Inhalten, Interaktivität und Möglichkeiten, das Angebot auf die eigenen Interessen abzustimmen.
- Verstärkt werden elektronische Zeitungen im Original-Seitenlayout der gedruckten Zeitung angeboten, während bisher elektronische Zeitungen überwiegend artikelweise und als reiner Fließtext aufbereitet wurden.
- Suchmaschinen treten als neuartige Anbieter „individualisierter“ Zeitungen auf, die nach einem vorgegebenen Suchprofil des Kunden aus einem umfangreichen Nachrichten- und Artikelpool eine individuelle Artikelsammlung im Internet bereit stellen oder an die E-Mail-Adresse, das Faxgerät, das Mobiltelefon oder den Personal Digital Assistent versenden.

Ein allgemeingültiges, auch geschäftlich erfolgreiches Publikationsmodell hat sich noch nicht herauskristallisiert.

2.3 E-Prints

Elektronische Preprints – oder wie sie auch genannt werden: „E-Prints“ – konnten sich in einigen Bereichen der Wissenschafts- und Fachkommunikation zu einem neuen Publikationstyp zwischen grauer Literatur und Zeitschriftenaufsatz etablieren. Der Umfang elektronisch zugänglicher wissenschaftlicher Dokumente (E-Prints) insgesamt ist schwer abschätzbar. Das „E-print Network“ schätzt, dass weltweit auf 12.000 Websites fast eine Million E-Prints zum Abruf zur Verfügung stehen (Stand Juli 2003).

Ein früher Strang der Diskussion um elektronische Preprints geht zurück auf die Frage der Bedeutung „Grauer Literatur“ in der wissenschaftlichen Kommuni-

kation und die Lösung des Lieferproblems. Eine andere, aktuellere Diskussion hat die Reformierung des Systems des wissenschaftlichen Publizierens zum Inhalt (vgl. Andermann 2004). Diese Reformbewegung hatte teilweise einen ausdrücklich „antiverlegerischen“, „antikommerziellen“ Impuls und propagiert den allgemeinen, freien und kostenlosen Zugang zur wissenschaftlichen Information („open access“), die eigenständige Speicherung wissenschaftlicher Publikationen in elektronischen Archiven oder „repositories“ und in ihrer extremsten Variante ein vom Autor selbst gesteuertes Publizieren. Damit soll eine Verbesserung der Sichtbarkeit von Literatur und eine Förderung des wissenschaftlichen Austausches über Literatur erreicht werden.

Befördert wurde diese Diskussion ganz wesentlich durch den Erfolg eines elektronischen Preprint-Archivs auf dem Gebiet der Hochenergiephysik (Ginsparg 1998; Smith 2000; Till 2001). Dieses ging 1991 in Los Alamos in Betrieb und wird heute unter dem Namen „arXiv“ von der Cornell University finanziert und betrieben. Es fungiert als E-Print-Server mittlerweile auch für weitere Subdisziplinen der Physik, der Mathematik, der Informatik und der Biologie. Das Archiv umfasste im Oktober 2003 250.000 Beiträge. Davon entstammten ungefähr 30%, also 80.000 Beiträge, aus dem Bereich der Hochenergiephysik. Im Jahr 2002 kamen 10.000 Beiträge neu hinzu. Um einen Vergleichsmaßstab für den Umfang und die Bedeutung von arXiv für die Hochenergiephysik zu gewinnen, wird hier der Umfang der SPIRES-Datenbank angeführt, die den Anspruch hat, die Literatur der Hochenergiephysik vollständig abzudecken. SPIRES enthielt im Jahr 2003 über 500.000 Titelnachweise, allein im Jahr 2002 kamen über 60.000 neu hinzu. Danach enthält arXiv in etwa 10 bis 15% der Literatur der Teilchenphysik (Brown 2001).

Als positive Bedingungen für den Erfolg von arXiv werden angeführt (Friedlander/Bessette 2003, S. 10 ff.; Ginsparg 1998; Kling u.a. 2003; Till 2001, S. 11):

- a) Die Forscherinnen und Forscher in der Hochenergiephysik bilden eine fachlich gut abgegrenzte wissenschaftliche Gemeinschaft mit einer ausgeprägten Diskussionskultur;
- b) es gab bereits eine vorelektronische „Preprint-Kultur“;
- c) die Hochenergiephysiker waren den Umgang mit Computern gewöhnt;
- d) das Schreibsystem TeX als allseits akzeptierter gemeinsamer Standard erleichterte den Austausch elektronischer Manuskripte;

- e) das Interesse, die Priorität einer Entdeckung durch eine Veröffentlichung zu dokumentieren, ist höher als wirtschaftliche oder patentrechtliche Interessen;
- f) wichtige etablierte Verleger im Bereich der Physik haben die Aufnahme von E-Prints in den Review-Prozess ihrer Zeitschriften ausdrücklich unterstützt;
- g) die Qualität der Preprints ist so hoch, dass letztendlich 70% in Zeitschriften und weitere 20% in Konferenzbänden veröffentlicht werden.

Keine Frage, die Gemeinde der Hochenergiephysiker hat vorgemacht, wie ein anderer Modus des wissenschaftlichen Publizierens unter den Bedingungen leistungsfähiger elektronischer Schreib-, Datenbank- und Kommunikationstechnik sowie globaler Vernetzung funktionieren kann. Mit den Mitteln des Elektronischen Publizierens und des Internets scheint das „Access-“ und „Lieferproblem“ technisch wie ökonomisch gelöst. „Graue Literatur“ ist besser erschlossen und einfacher, schneller sowie billiger zugänglich als Zeitschriftenliteratur (Smith 2000). E-Prints werden auch vermehrt in Zeitschriftenartikeln zitiert (Brown 2001).

Es bleibt das „Qualitäts- und Selektionsproblem“ (Carim 2002). Hier argumentieren die Promotoren der E-Print-Bewegung, wie Ginsparg, dass mit den Mitteln elektronischer Archive dieses Problem wesentlich besser bewältigt werden könne als im herkömmlichen Publikationssystem, das sich überholt habe. Während durch Peer-Review viele wertvolle Beiträge aus der wissenschaftlichen Kommunikation ausgeschlossen würden, könne das E-Print-Archiv-System vielfältige Möglichkeiten, strukturierende und bewertende Beschreibungen den Beiträgen hinzuzufügen („The journal as an overlay on preprint databases“ Ginsparg 1998; Smith 2000). Letztlich müsse der Leser seine Auswahlentscheidungen sowieso in eigener Verantwortung treffen. Die Befürworter von Open-Access-Zeitschriften dagegen halten am herkömmlichen „Peer-Review“ fest, wollen aber die Finanzierung der Zeitschrift vom Leser auf den Autor verlagern.

Die Entwicklungen in der Physik strahlen auf andere Fachwelten und das etablierte, kommerziell orientierte Publikationssystem aus. So betreibt z.B. der Wissenschaftsverlag Elsevier den Chemistry Preprint Server (CPS) nach den Prinzipien der Open Archive Initiative (OAI). Trotzdem ist nicht zu erwarten, dass sich der Erfolg in der Hochenergiephysik ohne weiteres in allen Wissenschaftsdisziplinen wiederholen wird, sind doch die disziplinären und institutionellen Rahmenbedingungen jeweils ganz andere (Kling/McKim 2000; Lawal 2002; Till 2001).

2.4 Elektronische Zeitschriften

Die Geschichte elektronischer wissenschaftlicher Zeitschriften reicht bis in die 1970er Jahre zurück. 1972 wurden bei der International Federation for Information Processing (IFIP) erste Überlegungen zur Entwicklung eines elektronischen Nachrichtenblattes, eines „Compact Journals“ angestellt; 1973 publizierten Sondak und Schwartz den nach Lancaster (1995) ersten Artikel über elektronische Zeitschriften unter dem Titel „The paperless journal“; auf dem Weltkongress der IFIP 1980 in Tokio wurde dann der erste elektronische Prototyp des „IFIP Compact Journal“ vorgestellt, das dann als „Computer Compacts“ bei North Holland in gedruckter Form von 1983 bis 1986 sowie online beim FIZ-Karlsruhe erschien (Riehm u.a. 1992, S. 7ff.).

Standen zunächst im Vordergrund noch technische Probleme (Sonderzeichen, Grafik im Text), der Netzzugang für Autoren, Redaktion, Gutachter und Leser, mangelnde Computerkompetenz sowie fehlende Attraktivität für Autoren wegen der geringen Bekanntheit und Reputation der elektronischen Zeitschrift und für Leser wegen ihres geringen Artikelangebots, so sind heute elektronische Zeitschriften kein Phänomen einer publizistischen „Gegenkultur“ und kein Einzelfall mehr, sondern bei Verlagen, Bibliotheken und Nutzern etabliert.

Das Geschäft mit Zeitschriften, egal ob gedruckt oder elektronisch, ist für die großen wissenschaftlichen Verlage eine der wesentlichen Einnahmequellen. Der weltweit größte wissenschaftliche Verlag Elsevier publiziert allein 1.800 Zeitschriften in elektronischen Versionen mit einigen hunderttausend Artikeln pro Jahr. Die meisten Artikel werden immer noch auch als gedrucktes Heft herausgegeben. Insgesamt wird die Weltproduktion auf gewaltige 12.000 bis 20.000 Zeitschriftentitel mit ein bis zwei Millionen Artikeln pro Jahr geschätzt (Bolman 2003, S. 95). Elektronische Ausgaben von Zeitschriften stehen bei den Großverlagen und den von ihnen in erster Linie betreuten Disziplinen (Naturwissenschaft, Technik, Medizin) mehr oder weniger flächendeckend zur Verfügung. Der Prozess ihrer Erstellung und Distribution ist industriell organisiert, was bei einem solchen Produktionsvolumen auch nicht anders vorstellbar ist.

Das Angebot elektronischer Zeitschriften lässt sich an der „Elektronischen Zeitschriftenbibliothek“ der Universität Regensburg (Hutzler 2002) ablesen. Diese weist mit Stand Sommer 2003 16.490 Zeitschriftentitel zu allen Fachgebieten nach, davon über 4.000 aus der Medizin, 1.600 aus den Wirtschaftswissenschaften, 1.500 aus der Biologie und über 1.000 aus der Chemie. 5.680 Fachzeitschriften

ten sind im Volltext frei zugänglich, bei den restlichen müssen Lizenzverträge abgeschlossen oder bestimmte Auflagen erfüllt werden. 1.886 sind reine Online-Zeitschriften ohne ein gedrucktes Pendant.

Dieses Angebot findet eine immer breitere Nutzung, wie eine Reihe von Studien zeigen (King u.a. 2003; Marcum/George 2003; Tenopir/King 2002). Danach wird ein Anstieg des Leseumfangs wissenschaftlicher Literatur pro Wissenschaftler in den letzten 25 Jahren von 150 auf 216 Artikel pro Jahr festgestellt. Dieser Anstieg wird u.a. auf die verbesserten Möglichkeiten der Recherche in umfangreichen Literaturdatenbanken und auf die Verfügbarkeit von elektronischen Zeitschriften zurückgeführt. Alles in allem lag der Anteil des Lesestoffs, der aus elektronischen Zeitschriften stammte, in drei exemplarisch untersuchten US-amerikanischen Universitäten in den Jahren 2000 bis 2003 bei etwa 40 Prozent.

Wurde die Diskussion in der Verlegerschaft noch vor Jahren stark dahingehend geführt, dass elektronische Ausgaben gedruckter Zeitschriften ja nur abgeleitete, sekundäre Publikationen seien, so ist das Primat der gedruckten Ausgabe heute aufgegeben. In der Regel erscheinen Zeitschriftenartikel bereits online, bevor sie in ein Heft aufgenommen und gedruckt werden; der Bezug der elektronischen Ausgabe – über viele Jahre an den Bezug der gedruckten Ausgabe gebunden – kann nun auch exklusiv online erfolgen; die elektronischen Ausgaben nutzen Möglichkeiten des elektronischen Mediums, wie z.B. die Integration von Animationen, Videos oder die Aufnahme zusätzlicher Materialien, wie z.B. Quellcodes oder experimentelle Daten, die in der gedruckten Ausgabe nicht möglich sind; dies betrifft auch die „Verlinkung“ der zitierten Literatur, die – z.B. innerhalb des verlagsübergreifenden Systems „CrossRef“ – per Mausklick direkt im Volltext zugänglich gemacht wird.

Die Kritik am herkömmlichen, als schwerfällig und innovationsfeindlich angesehenen Verlagssystem ist eines der Motive, das zur Entwicklung elektronischer Zeitschriften geführt hat. Nach Jahrzehnten des Experimentierens zeigt sich, dass die Verlage ihre Lektion gelernt haben und deutliche Verbesserungen erreicht wurden. Dies stärkt ihre Position auch im Vertrieb, wo sie mit den Endabnehmern auf elektronischem Weg direkt in Verbindung treten können und immer mehr dazu übergehen, auch Einzelartikel direkt an den Endkunden zu verkaufen („paper-view“).

Betrachtet man E-Prints und elektronische Zeitschriften im Zusammenhang, dann zeigen sich Anpassungen an die herkömmlichen Publikationsformen. E-Prints und Open-Access-Zeitschriften sind keine alleinige Domäne nichtkom-

merzieller Institutionen mehr, denn auch kommerzielle Verlage treten als Dienstleister und Anbieter auf diesem Feld auf. Während z.B. mit der im Jahr 2003 erfolgten Neugründung von „PLoS Biology“ (Public Library of Science) große Anstrengungen unternommen werden, Open-Access-Zeitschriften als „core journals“ zu etablieren, wurde z.B. beim Journal of High Energy Physics (JHEP) das Konzept des freien Zugangs wieder auf die kostenpflichtige Abgabe von Artikeln umgestellt („paid access“). Die Tragfähigkeit des Open-Access-Geschäftsmodells – freier Zugang und Finanzierung über Artikelgebühren durch die Autoren bzw. deren Institutionen – hat sich noch nicht erwiesen. Die bisherige Scheidelinie zwischen E-Print und herkömmlichem, wissenschaftlichem Aufsatz – das Begutachtungsverfahren – wird durch die Neugründung von Open-Access-Zeitschriften mit „peer review“ wieder relativiert. So erscheinen die E-Print-Archive und elektronischen Zeitschriften heute eher als eine weitere technologisch ermöglichte Ausdifferenzierung des Publizierens und weniger als ein Mittel der Zurückdrängung oder gar der Ablösung des Sektors kommerzieller Zeitschriften. Diese Einschätzung ist nicht unumstritten. So prognostiziert Meier (2003) in einer aktuellen Studie über den STM-Zeitschriftenmarkt dessen völlige „Destruktion“.

2.5 Elektronische Bücher

Die Diskussion um das elektronische Publizieren hat sich in den letzten Jahren überwiegend auf Zeitschriftenliteratur konzentriert. Elektronische Bücher gelten als ein schwieriger und eher kleiner Markt. Gleichwohl zeigt eine genauere Analyse, dass die Diskussion um elektronische Bücher mindestens genauso weit zurückreicht wie diejenige um elektronische Zeitschriften. Bereits 1968 präsentierte Alan Kay sein Konzept eines Dynabook (Kay/Goldberg 1977). Relativ früh wurden interessante und wegweisende Experimente und Entwicklungen zu Benutzeroberflächen und innovativen, medienangemessenen Formen elektronischer Bücher durchgeführt (für eine Übersicht vgl. Böhle et al. 1997, S. 89-95; aus neuester Zeit etwa Wilson u.a. 2003). Schließlich ist das Angebot elektronischer Bücher durchaus beachtlich.

Doch was ist ein elektronisches Buch eigentlich (Böhle u.a. 1997; Hillesund 2001; Riehm et al. 2001, S. 115ff.)? Der Versuch einer exakten Definition ist deshalb besonders schwierig, weil erstens im elektronischen Buch Eigenschaften des gedruckten Buchs bewahrt und gleichzeitig überwunden werden sollen und weil sich zweitens die Publikationstypen durch die Digitalisierung immer weiter vermi-

schen. Auf jeden Fall ist die Unterscheidung zwischen dem Inhalt und der Form des elektronischen Buches von Bedeutung. Der digitale Inhalt benötigt ein Präsentations- oder Rezeptionsmittel, die äußere Form des elektronischen Buches. Dies kann ein dediziertes Spezialgerät (also eine spezifische Kombination aus Hard- und Software) oder ein „E-Book-Reader“ (also nur Software) sein, der auf einem Personalcomputer oder z.B. einem Personal Digital Assistant (PDA) läuft. Des Weiteren kann von elektronischen Büchern im eigentlichen Sinn nur dann gesprochen werden, wenn diese für das Lesen und Arbeiten am Bildschirm speziell aufbereitet sind, bzw. die Rezeptionsmittel (Hard- oder Software) entsprechende Funktionalitäten bereit halten. Nicht jedes elektronische Dokument ist gleich ein „E-Book“.

Von den dedizierten *Lesegeräten* für elektronische Bücher sollen zwei in dieser Übersicht erwähnt werden: Der Sony Data Discman, in einer erweiterten Version dann auch „Bookman“ genannt, ein „Electronic Book Player“, der von 1990 bis zu seinem Scheitern 1993 international vermarktet wurde, sowie das Rocket eBook von Gemstar bzw. NuvoMedia, das seit 1998 kommerziell verfügbar war und dessen Vertrieb im Jahr 2003 wieder eingestellt wurde. Obwohl der technologische Fortschritt zwischen beiden Generationen, insbesondere was Größe und Auflösung des Displays, die Nutzungsdauer der Batterien und die Einbeziehung des Internets angeht, beachtlich war, konnte auch Anfang des 21. Jahrhunderts kein tragfähiges Geschäftsmodell gefunden werden (zu den Gründen des Scheiterns vgl. etwa Esposito 2003).

Unter den *Softwarebuchoberflächen* dominiert seit 1994 der Acrobat Reader für das Portable Document Format (PDF), der kostenlos verbreitet wird. Dies hat zu einem breiten Angebot frei zugänglicher elektronischer Dokumente geführt. Ab den späten 1990er Jahren wurden dann auch verschlüsselte PDF-Files von kommerziellen Verlagen und Online-Buchhändlern angeboten und damit der kommerzielle Handel mit elektronischen Büchern eröffnet. Microsoft zog mit einer eigenen Buchlesesoftware, dem Microsoft Reader, und einem eigenständigen Buchformat (LIT) im Jahr 2000 nach.

Das Angebot elektronischer Buchtitel teilt sich auf in einen relativ kleinen kommerziellen Markt und einen kaum überblickbaren nichtkommerziellen Bereich. 2.500 elektronische Buchtitel weist das „Deutsche EBook-Portal“ im Oktober 2003 nach. Das ist bei rund 80.000 Neuerscheinungen auf dem deutschen Buchmarkt und fast einer Million lieferbarer Bücher nur ein marginales Angebot. Über das breiteste Angebot an E-Book-Titeln (nur PDF-Format) in Deutschland,

verfügt der Online-E-Book-Händler Ciando mit fast 2.000 Sach-, Fach- und Lehrbüchern von über 70, teilweise renommierten Verlagen (Stand Ende 2003).

Insbesondere im Wissenschaftsbereich ist es heute gängig, dass Forschungsberichte (sowie Diplomarbeiten, Dissertationen etc.) auch (oder nur) elektronisch gespeichert und über das Internet zum Abruf bereitgestellt werden. Dieses Angebot wird allein für Deutschland in die Zig-Tausende gehen und ist völlig unüberschaubar. Die Nachweise in der Deutschen Bibliothek geben diesbezüglich nur ein unvollkommenes Bild. Dort waren im Oktober 2003 insgesamt 33.000 „Elektronische Ressourcen“ nachgewiesen, davon 10.000 auf Offline-Medien (Disketten, CD-ROM etc.) und 23.000 online, die Mehrzahl davon sind Dissertationen. Die Anzahl der elektronischen Dissertationen ist relativ gut dokumentiert. Im August 2003 wurden bei der Deutschen Bibliothek 18.000 Online-Dissertationen nachgewiesen. Damit liegt ihr Anteil an allen Dissertationen bei rund 20%. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Disziplinen sind allerdings beachtlich, wenn auch nicht unerwartet. Insbesondere in den Naturwissenschaften gehört die Abgabe digitaler Dissertationen schon fast zur Norm. Die Online-Anteile für das Erscheinungsjahr 2002 betragen in absteigender Rangfolge in der Chemie 44%, der Biologie und der Veterinärmedizin je 43%, der Mathematik 42% und der Physik und Astronomie 41% (Babendreier 2003; DDB 2003).

In der Entwicklung elektronischer Bücher mussten zunächst die herkömmlichen Elemente und Funktionen des Buchmodells erkannt und in Software umgesetzt werden. Das war die nützliche Funktion der Buch-Metapher. Bei interaktiven Monographien, „expanded books“, hypermedialen Studiersystemen oder wie auch immer die gewählten Begriffe heißen, geht es um neue Wege der publizistischen Gestaltung unter Ausnutzung der spezifischen Potenziale des Computers. Das kann durch Zugabe von Ton, Video, Animationen, Modellen, „Demos“ geschehen oder etwa durch einen geschickt aufgebauten interaktiven Rezeptionsmodus im Zusammenhang mit Menütechniken und Hypertextverknüpfungen. Solche sich erst langsam herausbildenden neuen Publikationsformen erfordern neue Schreib-, Gestaltungs- und Produktionsabläufe. Solche interaktiven Monographien findet man z.B. bei Kinderbüchern, die sich selbst vorlesen können, als speziell aufbereitete Fachbücher oder kompletten Studiersystemen (vgl. zu grundsätzlichen und Designüberlegungen Böhle u.a. 1997; zu Leseerfahrungen mit „Hyperfiction“ Wingert 1999). Allerdings ist der enorme Entwicklungsaufwand für solche Art Publikationen ein wesentliches Hindernis für ein breiteres Angebot.

Eine andere Entwicklungsrichtung elektronischer Bücher besteht darin, die Speicherdichte elektronischer Medien, die strukturierte Organisation von Informationen in Datenbanken und das Hypertextpotenzial zu nutzen und sie zu großen aufbereiteten Informationssammlungen auszubauen. Diese Sichtweise macht beispielsweise Clifford Lynch stark, wenn er die Zukunft von Büchern nicht in portablen „electronic books“ sieht, sondern in portablen „personal digital libraries“, also großen persönlichen, jederzeit zugänglichen Text- und Materialsammlungen (Lynch 2001). Vom Buch als relativ abgeschlossener, eigenständiger Publikationseinheit bleibt dann wenig übrig. Der Zugriff erfolgt auf das einzelne Kapitel, die Passage, gar den einzelnen Satz. Das, ernst genommen, stellt neue, weitgehend noch unbekannte und unerforschte Anforderungen an das Schreiben und Lesen. Denn die digitale, verlinkte Informationssammlung zeigt ihr Doppeltgesicht darin, dass sie vom Lesen ablenkt und es erweitert. „Reading is linear and requires concentration. A ... link takes the reader away from the author’s linear design and focuses his or her attention on other text” (Esposito 2003).

3 Elektronisches Publizieren – Eine Bilanz

Vor 25 Jahren schrieb Frederic W. Lancaster, einer der frühen wissenschaftlichen Promotoren des Elektronischen Publizierens, sein viel zitiertes und diskutiertes Buch „Toward Paperless Information Systems“ (Lancaster 1978). Es ist erstaunlich, wie relativ weitsichtig und präzise Lancaster dort die Situation des Wissenschaftlers im Jahr 2000 vorwegnahm: er oder sie verfügt über ein „Terminal“, das sowohl Arbeits-, Kommunikations- und Informationsabrufgerät ist, und freien Zugang zu einer Vielzahl weltweit verfügbarer Datenbanken und Kommunikationsnetzwerken eröffnet. Lancaster erwartete durch die elektronischen Medien eine Bedeutungszunahme der informellen und ihre Verknüpfung mit den formellen Formen der Kommunikation. Er entwickelt den Gedanken eines zweistufigen Begutachtungsverfahrens: neben dem herkömmlichen, offiziellen Begutachtungsverfahren werde sich ein Bewertungsprozess durch direkte Rückmeldungen der Rezipienten etablieren. Auch die Idee der „E-Print-Archives“ wird in gewisser Weise vorweggenommen, wenn er von „second-level publishing databases“ spricht, die Dokumente aufnehmen, die durch den offiziellen „review“ ausgeschlossen wurden oder sich diesem nicht ausgesetzt haben.

Es besteht heute kein Zweifel mehr daran, dass die Unterstützung des Publikationsprozesses durch elektronische Mittel, die Distribution von Publikationen über elektronische Netze sowie das Angebot elektronischer Publikationen nach einer gut 25-jährigen Entwicklungs- und Experimentierphase sich im Publikationsgeschehen fest etabliert hat und nicht mehr in Frage gestellt wird. Allerdings ist die Orientierung an den herkömmlichen Publikationskonzepten und Publikationstypen auffällig. Das Buch wird zum elektronischen Buch und die Zeitschrift zur elektronischen Zeitschrift. Selbst die herkömmlichen Preprints heißen weiterhin „E-Prints“. Innovationstheoretisch bestätigt sich darin, dass die technologischen Innovationen in der Regel darauf angewiesen sind, Anschluss zu finden an die herkömmlichen Systeme.

Doch gleichzeitig ist das innovative Potenzial der Computermedien – man denke an Interaktivität und Multimedialität, an neue Displaytechniken (wie z.B. „electronic paper“) oder mobile Endgeräte – für die Überwindung dieser herkömmlichen Publikationsformen erst in Ansätzen ausgeschöpft. Die Suche nach neuen Publikationsformen wird vermutlich in den nächsten 25 Jahren andauern. Zwei Erwartungen sind aber sicherlich unrealistisch: Die neuen elektronischen Publikationsformen werden die herkömmlichen weder einfach verdrängen noch unangetastet lassen. Die Situationen, unter denen Verdrängung als auch Ausdifferenzierung und Koexistenz stattfinden wird, unterliegen vielfältigen Bedingungen, die weder im Voraus genau auszumachen noch hier zu diskutieren sind. Wichtig ist aber: die technologische Entwicklung treibt aus sich heraus nicht in die eine oder andere Richtung, sondern es sind auch die Akteure und die jeweiligen Rahmenbedingungen, die den technologisch ermöglichten Wandel in die eine oder andere Richtung lenken.

In der gegenwärtigen Umbruchphase von einem papier- und druckdominierten zu einem elektronischen Publikationsparadigma ist beobachtbar, dass die herkömmlichen wie auch die neu hinzukommenden Akteure ihre „claims“ neu abzustecken suchen. Die neuen technologischen Möglichkeiten werden auch deshalb ergriffen, um die eigene Position abzusichern und zu stärken. Ob Autoren nun selbst zu Verlegern werden, Verlage den Buchhandel im Vertrieb ihrer Publikationen übergehen, Bibliotheken nun auch selbst Bücher publizieren – all dies sind Anzeichen für Verschiebungen von Aufgaben innerhalb der Publikationskette. Die Auseinandersetzungen, die hier geführt werden, gehen letztlich darum, zu welchen Lasten der technologische Wandel geht und wer die Innovationsdividende einstreichen kann.

Lancaster selbst zeigt sich in einem seiner letzten Artikel im Jahr 1999 „Second thoughts on the paperless society“ von Zweifeln über den technologischen „Fortschritt“ befallen. Er bemängelt den Verlust beruflicher Qualifikationen und die mangelnde Nutzerorientierung im Informationswesen; der direkte Zugang zu mehr digitalen Informationen bedeute in den wenigsten Fällen einen besseren und gezielteren Zugriff auf die wirklich relevanten Informationen; der Computer sei zum Selbstzweck verkommen. Man muss diese „altersweise“ Sicht eines bedeutenden Wissenschaftlers nicht teilen, aber man sollte den Hinweis darauf ernst nehmen, dass mit den beschriebenen Fortschritten beim Elektronischen Publizieren nicht nur beabsichtigte, sondern auch unbeabsichtigte Folgen verbunden sind.

Literatur

- Albrecht, Jörg: Wie der Geist zur Beute wird. *Die Zeit*, Ausgabe 12, 14.3.2001
- Andermann, Heike: Initiativen zur Reformierung des Systems wissenschaftlicher Kommunikation. In: Kuhlen, R. et al. (Hrsg.): *Grundlagen der praktischen Information und Dokumentation*. München: Saur 2004, S. 562-565
- Babendreier, Jürgen: Dissertationstausch – Vervielfältigung, Verbreitung und Archivierung von Hochschulschriften im elektronischen Zeitalter. *ABI-Technik* 23(2003)1, S. 12-23
- Böhle, Knud: Elektronisches Publizieren. In: Buder, M.; Rehfeld, W.; Seeger, T.; Strauch, D. (Hrsg.): *Grundlagen der praktischen Information und Dokumentation*. München: Saur 1997, 4. Auflage, Band 1, S. 397-424
- Böhle, Knud; Riehm, Ulrich; Wingert, Bernd: Vom allmählichen Verfertigen elektronischer Bücher. Ein Erfahrungsbericht. Frankfurt am Main u.a.: Campus 1997 (Veröffentlichungen des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), Bd. 5)
- Bolman, Pieter: Open Access. Marginal or core phenomenon? A commercial publisher's view. *Information Service & Use* 23(2003)2-3, S. 93-98
- Braun-Elwert, Rudolph: Handlungsbedarf. Das VIB – ein Leistungskriterium des Buchhandels. *Börsenblatt für den Deutschen Buchhandel* 161(1994)66, S. 4-6
- Brown, Cecelia: The coming of age of e-prints in the literature of physics. *Issues in Science and Technology Librarianship* (2001)31 <http://www.istl.org/01-summer/index.html>

- Carim, Lara: Personal View: Serial killers: How great is the e-print threat to periodical publishers? *Learned Publishing* 15(2002)2, S. 153-155
- DDB (Die Deutsche Bibliothek): Online-Hochschulschriften (Stand Oktober 2003). Frankfurt am Main: 2003 <http://deposit.ddb.de/netzpub/web_online-hochschulschriften_stat.htm>
- Esposito, Joseph J.: The processed book. *First Monday* 8(2003)3 <http://firstmonday.org/issues/issue8_3/esposito/index.html>
- Friedlander, Amy; Besette, Rändi S.: The implications of information technology for scientific journal publishing: a literature review. Arlington, VA: National Science Foundation 2003
- Frühschütz, Jürgen: Dynamik des elektronischen Publizierens. Daten, Märkte, Strategien. Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag 1997
- Garfield, Eugene: What is the primordial reference for the phrase „publish or perish“? *The Scientist* 10(1996)12, S. 11
- Ginsparg, Paul: Electronic research archives for physics. In: Butterworth, Ian (Hrsg.): The impact of electronic publishing on the academic community. An International Workshop organized by the Academia Europaea and the Wenner-Gren Foundation. Wenner-Gren Center, Stockholm, 16-20 April 1997. Colchester, London: Portland Press 1998 <<http://www.portlandpress.com/pp/books/online/tiepac/contents.htm>>
- Haldemann, Alexander: Electronic Publishing. Strategien für das Verlagswesen. Wiesbaden: Gabler 2000
- Hammacher, Clemens (MVB Marketing- und Verlagsservice des Buchhandels): Persönliche Mitteilung vom 14.10.2003
- Hillesund, Terje: Will e-books change the world? *First Monday* 6(2001)10 <http://www.firstmonday.org/issues/issue6_10/hillesund/index.html>
- Hutzler, Evelinde: EZB – Elektronische Zeitschriftenbibliothek. 10 Fragen von Bruno Bauer an Evelinde Hutzler, Projektverantwortliche für die EZB an der Universitätsbibliothek Regensburg. *Medizin, Bibliothek, Information* 2(2002)3, S. 26-30
- Kay, Alan; Goldberg, Adele: Personal dynamic media. *IEEE Computer* 10(1977)3, S. 31-41
- King, Donald W.; Tenopir, Carol; Montgomery, Carol Hansen; Aerni, Sarah E.: Patterns of journal use by faculty at three diverse universities. *D-Lib Magazine* 9(2003)10 <<http://mirrored.ukoln.ac.uk/lis-journals/dlib/dlib/dlib/october03/king/10king.html>>

- Kling, Rob; McKim, Geoffrey: Not just a matter of time: Field differences and the shaping of electronic media in supporting scientific communication. *Journal of the American Society for Information Science (JASIS)* 51(2000)14, S. 1306-1320
- Kling, Rob; McKim, Geoffrey; King, Adam: A bit more to it. Scholarly communication forums as socio-technical interaction networks. *Journal of the American Society for Information Science and Technology (JASIST)* 54(2003)1, S. 47-67
- Kuhlen, Rainer: Wie viel Virtualität soll es denn sein? Zu einigen Konsequenzen der fortschreitenden Telemediatisierung und Kommodifizierung der Wissensmärkte für die Bereitstellung von Wissen und Information durch Bibliotheken. Teil I und Teil II. *BuB – Forum für Bibliothek und Information* (2002) 10/11, S. 621-632; 12, S. 719-723
- Lancaster, Frederick Wilfrid: *Towards Paperless Information Systems*. New York: Academic Press 1978
- Lancaster, Frederick Wilfrid: The evolution of electronic publishing. *Library Trends* 43(1995)4, S. 518-527
- Lancaster, Frederick Wilfrid: Second thoughts on the paperless society. *Library Journal* 124(1999)5, S. 48-50
- Lawal, Ibrinke: Scholarly communication: The use and non-use of e-print archives for the dissemination of scientific information. *Issues in Science and Technology Librarianship* (2002)36 <<http://www.istl.org/02-fall/article3.html>>
- Lynch, Clifford A.: The battle to define the future of the book in the digital world. *First Monday* 6(2001)6 <http://www.firstmonday.org/issues/issue6_6/lynch/index.html>
- Marcum, Deanna B.; George, Gerald: Who uses what? *D-Lib Magazine* 9(2003)10 <<http://mirrored.ukoln.ac.uk/lis-journals/dlib/dlib/dlib/october03/george/10george.html>>
- Mattscheck, Markus (Verlag Wer liefert was?): Persönliche Mitteilung vom 10.10.2003
- Meier, Michael: *Returning science to the scientist. Der Umbruch im STM-Zeitschriftenmarkt unter Einfluss des Electronic Publishing*. München: Ipeniopol 2003

- Melcher, Richard A.: Dusting off the britannica. A new owner has digital dreams for the august encyclopedia. Business Week vom 20.10.1997 <<http://www.businessweek.com/1997/42/b3549124.htm>>
- Osswald, Achim: Document Delivery/Dokumentlieferung. In: Kuhlen, R. et al. (Hrsg.): Grundlagen der praktischen Information und Dokumentation. München: Saur 2004, S. 571-578
- Preece, Warren E.: Notes toward a new encyclopaedia I and II. Scholarly Publishing 12(1980)1, S. 13-30; 12(1981)2, S. 141-157
- Riehm, Ulrich; Böhle, Knud; Gabel-Becker, Ingrid.; Wingert, Bernd: Elektronisches Publizieren. Eine kritische Bestandsaufnahme. Berlin u.a.: Springer-Verlag 1992
- Riehm, Ulrich; Orwat, Carsten; Wingert, Bernd: Online-Buchhandel in Deutschland. Die Buchhandelsbranche vor der Herausforderung des Internet. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe 2001
- Riethmüller, Hermann-Arndt.: Strategiewechsel? buch+medien Online im Umbruch. In: Sortiment-Ausschuss des Börsenvereins des Deutschen Buchhandels (Hrsg.): forum management für Sortiment und Verlag 2000. Frankfurt am Main: Buchhändler-Vereinigung 2000, S. 10-16
- Rossney, Robert: Encyclopaedia Britannica online? Wired 3(1995)8 <<http://www.wired.com/wired/archive/3.08/brittanica.html>>
- Rötzer, Florian: Encyclopaedia Britannica öffnet kostenlos die Internetpforten. Telepolis vom 21.10.1999 <<http://www.heise.de/tp/deutsch/inhalt/on/5402/1.html>>
- Smith, Arthur P.: The journal as an overlay on preprint databases. Learned Publishing 13(2000)1, S. 43-48
- Sondak, N. E.; Schwartz, R. J.: The paperless journal. Chemical Engineering Progress 69(1973)1, S. 82-83
- Tenopir, Carol; King, Donald W.: Reading behaviour and electronic journals. Learned Publishing 15(2002)4, S. 259-265
- Till, James E.: Predecessors of preprint servers. Learned Publishing 14(2001)1, S. 7-13
- Wilson, Logan: The academic man: a study in the sociology of a profession. London: Oxford University Press 1942
- Wilson, Ruth; Landoni, Monica; Gibb, Forbes: The WEB Book experiments in electronic textbook design. Journal of Documentation 59(2003)4, S. 454-477

Wingert, Bernd: Quibbling oder die Verrätselung des Lesers. In: Jakobs, E.-M.; Knorr, D.; Pogner, K.-H. (Hrsg.): Textproduktion. HyperText, Text, KonText, Bd. 5. Frankfurt am Main u. a.: Lang 1999, S.55-72



Christine Rösch,
Eberhard Nieke,
Detlev Wintzer,
Ludwig Leible,
Beate Fürniß;
nicht auf dem Bild
Sigrid Klein-Vielhauer,
Heinrich Tangen (alle ITAS)

ITAS beschäftigt sich seit Mitte der 80er Jahre mit dem Thema „Nachwachsende Rohstoffe“. Aktuelle Arbeiten konzentrieren sich auf Untersuchungen zur Gewinnung von synthetischen Kraftstoffen aus Stroh und Waldrestholz, im Vergleich zu deren alternativer Nutzung zur Wärme- und Stromerzeugung, und auf die Fragestellung, in welchem Umfang nicht mehr für die Viehhaltung benötigtes Grünland für eine nachhaltige energetische Nutzung herangezogen werden kann.

Ausgangspunkt für den Forschungsschwerpunkt „Nachwachsende Rohstoffe“ war die im Auftrag des damaligen Bundesministeriums für Forschung und Technologie (BMFT) durchgeführte Studie „Technikfolgenabschätzung zum Thema Nachwachsende Rohstoffe“, die 1993 abgeschlossen und publiziert wurde. Die nachfolgende Zusammenfassung ist dieser Publikation entnommen. In dieser sehr umfangreichen Studie stand neben der stofflichen vor allem die energetische Nutzung Nachwachsender Rohstoffe im Vordergrund. Die damals schon von ITAS angeregte stärkere Verankerung dieses Themas im Forschungszentrum Karlsruhe findet heute ihren Niederschlag in seinem aktuellen Forschungs- und Entwicklungsprogramm. Aktuelle Investitionsplanungen des Forschungszentrums im Bereich der Pyrolyse und Vergasung von Biomasse sind hierfür ein Beleg.

ITAS feiert im Jahr 2005 sein zehnjähriges Jubiläum. In der angeführten TA-Studie zu Nachwachsenden Rohstoffen war 2005 das Bezugsjahr, auf das eine mögliche zukünftige Entwicklung für Nachwachsende Rohstoffe projiziert wurde. Vielleicht ergibt sich hieraus für den Leser ein besonderer Anreiz, zu ergründen, inwieweit sich die vor mehr als 12 Jahren formulierten Erwartungen tatsächlich eingestellt haben.

Technikfolgenabschätzung zum Thema „Nachwachsende Rohstoffe“

Detlev Wintzer, Beate Fürniß, Sigrid Klein-Vielhauer, Ludwig Leible,
Eberhard Nieke, Christine Rösch, Heinrich Tangen

Zuerst erschienen in: Wintzer, D.; Fürniß, B.; Klein-Vielhauer, S.; Leible, L.;
Nieke, E.; Rösch, Ch.; Tangen, H.: Technikfolgenabschätzung zum Thema
„Nachwachsende Rohstoffe“. Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag 1993,
Auszug aus der Zusammenfassung von S.II-1 bis II-21 (Reihe A: Angewandte
Wissenschaft; Sonderheft. Schriftenreihe des Bundesministeriums für
Ernährung, Landwirtschaft und Forsten)

1 Einleitung

Die von der Abteilung für Angewandte Systemanalyse [*heute: ITAS*] des Kernforschungszentrums Karlsruhe [*heute: Forschungszentrum Karlsruhe*] im Auftrage des BMFT [*heute: BMBF*] erstellte Studie zielt darauf ab, die Vor- und Nachteile, Chancen und Risiken des inländischen Anbaus von Pflanzen zur energetischen und nichtenergetischen Nutzung außerhalb des Nahrungs- und Futterbereichs abzuschätzen und darzustellen. Dabei wurde angestrebt, methodisch möglichst konsistent auf den Gesamtbereich der Nachwachsenden Rohstoffe einzugehen und je nach Datenverfügbarkeit die Prozesskette vom Anbau der Pflanzen bis zur Verwendung der Verarbeitungsprodukte zu verfolgen. Ausgehend von der gegenwärtigen Situation wurde auf Zukunftsperspektiven (2005) unter folgenden Gesichtspunkten eingegangen: Einsatzpotentiale, einzelwirtschaftliche und makroökonomische Gesichtspunkte, Umweltaspekte, sozioökonomische Auswirkungen, außenwirtschaftliche und außenpolitische Implikationen. Wichtige Ergebnisse werden nachstehend in geraffter Form dargestellt. Dabei wird zunächst auf den Bereich der energetischen Nutzung der Nachwachsenden Rohstoffe eingegangen, dann auf den Bereich der chemisch-technischen Verwendung. Abschließend werden einige Aspekte angesprochen, für die eine Zusammenschau beider Bereiche angemessen ist.

2 Energetische Nutzung von Pflanzen

In diesem Teil der TA-Studie wird auf etwa 50 Produktlinien der energetischen Nutzung von Pflanzen eingegangen. Dabei werden u.a. die folgenden Gesichtspunkte beleuchtet:

- Stand der Technik,
- Wirtschaftliche Attraktivität, Subventionsbedarf,
- Energiebilanzen, CO₂-Minderungskosten,
- Andere Umweltaspekte,
- Mittel- und längerfristige Marktperspektiven,
- Sozioökonomische Fragen, Akzeptanzfragen.

Nachfolgend werden die Ergebnisse zu diesen Gesichtspunkten zusammengefasst. Im Mittelpunkt stehen die Unterschiede zwischen Festbrennstoffen einerseits und flüssigen Energieträgern aus Pflanzen andererseits. Weiterhin wird auf unterschiedliche Ausprägungen dieser Gesichtspunkte innerhalb der beiden genannten Energieträgerbereiche eingegangen.

2.1 Stand der Technik

Bei den flüssigen Energieträgern Ethanol und Rapsöl sind die technischen Hürden hinsichtlich Verarbeitung und Verwendung geringer als bei Methanol oder Wasserstoff aus Biomasse und den vielen interessanten Möglichkeiten im Bereich der Festbrennstoffe. Die Verwendung von Rapsöl als Kraftstoff oder als Heizöl könnte beispielsweise innerhalb weniger Jahre einige hunderttausend Hektar Anbaufläche in Deutschland binden. Demgegenüber wird die Bereitstellung fester Energieträger aus Pflanzen, sofern sie in den nächsten Jahren in größeren Mengen „verkaufbar“ sind, aus ökonomischen Gründen in erster Linie über Neben- und Abfallprodukte, wie z. B. Stroh und Industrierestholz, erfolgen.

Im Zusammenhang mit der Verwendung von Festbrennstoffen wird in der Studie auf interessante Potentiale der technischen Entwicklung für die nächsten 10 bis 15 Jahre hingewiesen.

2.2 Wirtschaftliche Attraktivität, Subventionsbedarf

Pflanzenöle und Methylester aus Pflanzenölen oder Ethanol unterliegen derzeit nicht der Mineralölsteuer, sofern sie nicht mit Mineralölprodukten vermischt sind. Dadurch sind diese Energieträger als Ersatz für fossilen Diesel- und Ottokraftstoff aus einzelwirtschaftlicher Sicht nahe an die Schwelle zur Wirtschaftlichkeit gerückt. Bei den festen Energieträgern können solche Vorteile nicht genutzt werden, weil die konkurrierenden fossilen Energieträger Kohle, Heizöl und Erdgas derzeit in Deutschland nicht oder nur wenig besteuert werden.

Bei einer volkswirtschaftlichen Betrachtungsweise kommen einzelwirtschaftliche Wettbewerbsvorteile, die aus dem Verzicht auf Mineralölsteuern resultieren, nicht zum Tragen, da hier jeweils die Verhältnisse „vor Steuern“ einander gegenübergestellt werden müssen. Die Produktlinien mit festen nachwachsenden Energieträgern erfordern bei dieser Betrachtungsweise den geringsten Netto-Subventionsbedarf, sowohl gegenwärtig als auch in absehbarer Zukunft (2005). Die energetische Nutzung von Reststoffen (z.B. Industrierestholz oder Stroh) könnte nach diesen Abschätzungen bei einem Rohölpreis von ca. 25 bis 75 \$ pro barrel die Schwelle zur Wirtschaftlichkeit überschreiten, während für den Anbau von festen Energieträgern (z.B. Holz aus Schnellwuchsplantagen, Miscanthus oder Energiegras) diese Schwelle bei einem Rohölpreis von 45 bis 95 \$ pro barrel liegt. Der untere Wert der Spannen gilt für die Zumischung in vorhandene Kohleanlagen bzw. für mittelgroße Heizkraftwerke mit fortgeschrittener Technik, der obere Wert für wenig ausgelastete Dampferzeuger in der Größenklasse 2 MW Feuerungsleistung.

Flüssige Energieträger (z.B. Rapsöl, Ethanol) erfordern dagegen höhere Weltmarktpreise für Rohöl als in der angeführten Spanne wiedergegeben ist, damit ihre energetische Verwendung subventionsfrei die Schwelle zur Wettbewerbsfähigkeit überschreiten könnte.

2.3 Energiebilanzen und CO₂-Minderungskosten

Abstriche von einer nur vom Heizwert der Pflanzen abgeleiteten Energiebilanz ergeben sich durch erforderliche Hilfsenergieaufwendungen zur Herstellung der Energieträger und durch Wirkungsgradnachteile bei ihrer Verwendung. Beispiele für die Hilfsenergieaufwendungen sind: Energie zur Herstellung von Düngemitteln, Kraftstoff für Traktoren, Strom für Ölpresen. Die Hilfsenergieaufwendungen liegen für die untersuchten festen Energieträger zwischen 5 und 15 % ihres Heizwertes. Bei den flüssigen Energieträgern fallen die Hilfsenergieaufwendungen

stärker ins Gewicht: Für Rapsöl ergeben sich z.B. 30 bis 50 % des Heizwertes – je nach der Nachbehandlung des Öls -, für Ethanol ergeben sich noch höhere Anteile. Die Untersuchungen zeigen, dass das Verhältnis zwischen Hilfsenergie und Heizwert der Energieträger aus Pflanzen mittelfristig spürbar verringert werden kann – durch Fortschritte der Pflanzenzüchtung, des Pflanzenbaus und der Verarbeitungstechnik.

In ähnlicher Weise wie die Netto-Energiebilanz unterscheidet sich die CO₂-Bilanz nach der Art der nachwachsenden Energieträger. Die entscheidende Größe, die Netto-CO₂-Minderemission, hängt jedoch nicht nur von der Netto-Energiebilanz des produzierten pflanzlichen Energieträgers ab. Wichtig ist darüber hinaus das energetische Substitutionsverhältnis und die Art des zu substituierenden fossilen Energieträgers (Erdöl, Erdgas, Braun-/Steinkohle). Die möglichen Netto-CO₂-Minderungsbeiträge, bezogen auf eine Megawattstunde (MWh) des pflanzlichen Energieträgers, reichen von

- 70 bis 110 kg CO₂/MWh beim Ersatz von Erdgas bei der Herstellung von Methanol oder Wasserstoff durch feste pflanzliche Energieträger,
- 100 bis 200 kg CO₂/MWh beim Ersatz von Mineralölprodukten durch Ethanol oder pflanzliche Öle,
- 250 bis 400 kg CO₂/MWh beim Ersatz von Braunkohle durch feste pflanzliche Energieträger.

Bezogen auf den Hektar führt dies je nach Produktlinie und Ertragsniveau des betrachteten nachwachsenden Energieträgers zu großen Unterschieden in der Netto-CO₂-Entlastung. Dies geht beispielhaft aus der nachstehenden Tabelle 1 hervor.

In dieser Tabelle sind auch CO₂-Minderungskosten (das Verhältnis zwischen Subventionsbedarf und bewirkter Netto-CO₂-Minderung) aufgeführt. Zur Bewertung der Höhe dieser CO₂-Minderungskosten ist es hilfreich, die Kosten heranzuziehen, die bei Energiesparmaßnahmen (z.B. Wärmedämmung), Energieträgersubstitution und anderen technischen Optimierungsmaßnahmen anfallen. In diesem Zusammenhang bewerten die Autoren der vorliegenden TA-Studie spezifische CO₂-Minderungskosten zwischen 100 und 250 DM/t CO₂ oder darunter als potentiell interessant und konkurrenzfähig.

Tabelle 1: Einsatz von Rapsöl und Miscanthus als Energieträger

		Rapsöl (als Kraftstoff oder als Heizöl)		Miscanthus (Pellets in 25 MW _e - HKW-Anlage)	
		Gegenwart	2005 ¹⁾	Gegenwart	2005 ¹⁾
Energieertrag (H _u)	(MWh/ha)	10 – 14	14 – 20	65 – 120	75 – 155
Prozessenergie- bedarf	(% von H _u)	31 – 43	22 – 30	11 – 17	12 – 18
Netto- CO ₂ -Ent- lastung	(t CO ₂ /ha)	1,6 – 2,9	3 – 4	23 – 42	26 – 54
Schwellenpreis für Heizöl ²⁾	(DM/MWh)	100 – 220	85 – 145	84 – 110	62 – 88
Subventions- bedarf ^{2) 3)}	(DM/MWh)	40 – 110	25 – 75	55 – 85	16 – 46
CO ₂ -Minderungs- kosten ^{2) 3)}	(DM/t CO ₂)	320 – 500	185 – 295	155 – 245	47 – 130

Anmerkung: 1 MWh entspricht dem Heizwert (H_u) von 100 l Heizöl

- 1) Projektionen unter Veranschlagung technischer Fortschritte und mäßiger Energiepreiserhöhungen von 20 \$ auf 30 \$/barrel Rohöl
- 2) HKW-Stromerlöse sind aus Importkohlepreisen (Gegenwart: 122 DM/t SKE; 2005: 195 DM/t SKE) abgeleitet; entfallende EG-Marktordnungskosten wurden verrechnet (Gegenwart: 1500 DM/ha; 2005: 1000 DM/ha)
- 3) Ohne Veranschlagung von Steuern (MWSt, Energiesteuern) oder sonstigen Abgaben auf fossile Energieträger

2.4 Andere Umweltaspekte

Neben dem CO₂ zählt auch das Distickstoffoxid (N₂O) zu den wichtigen Treibhausgasen. Dies liegt vor allem an seiner großen Treibhauswirksamkeit, die je nach Betrachtungszeitraum um den Faktor 206 bis 290 größer ist als bei CO₂.

Zu der autonomen N₂O-Bildung im Boden kommt als wesentliche anthropogene Quelle die Verwendung stickstoffhaltiger organischer und mineralischer Düngemittel. Die Literaturangaben zur düngungsbedingten N₂O-Freisetzung reichen von 0,001 bis 2,5 % der gedüngten Stickstoffmenge, wobei der obere Bereich dieser Spanne für ungünstig gelagerte Standortverhältnisse gilt. Ausgehend von einer N₂O-Bildungsrate von 0,1 bzw. 1 % der N-Düngung wird die Netto-CO₂-Entlastung beispielsweise bei Rapsöl in einer vernachlässigbaren (1,3-2 %) oder einer bedeutsamen (13-20 %) Größenordnung vermindert. Somit ist auch im ungünsti-

gen Fall die Netto-CO₂-Bilanz von Rapsöl nach Berücksichtigung der N₂O-Emissionen noch positiv. Bei den Festbrennstoffen sind die Auswirkungen der düngungsbedingten N₂O-Emissionen aufgrund des hohen Ertragsniveaus weniger relevant. So würde sich beispielsweise die Netto-CO₂-Minderung bei Miscanthus nur um 0,6 bis 1,1 % verschlechtern.

Die Produktion von Festbrennstoffen, z.B. über den Anbau von Miscanthus, schnellwachsenden Baumarten oder Energiegras, ist nicht nur mit einem unterdurchschnittlichen Düngungs- und Pflanzenschutzaufwand, sondern beispielsweise auch mit geringeren Erosionsrisiken verbunden. Bei den wesentlich anspruchsvolleren Kulturen Raps, Zuckerrüben oder Weizen muss dagegen in der Regel von einem höheren Gefährdungsrisiko für den Boden, das Wasser und die belebte Umwelt ausgegangen werden. Die zugrunde liegende Intensität der landwirtschaftlichen Produktion ist letztendlich ein Abbild der agrarpolitischen Rahmenbedingungen (Erzeugerpreise, Bewirtschaftungsauflagen, usw.) und gilt flächendeckend sowohl für die Produktion von nachwachsenden Rohstoffen als auch für Nahrungs- und Futtermittel.

Dem anbauseitig umweltfreundlicheren Profil der Festbrennstoffe steht, im Gegensatz zu den flüssigen Energieträgern mit höherer Energiedichte, eine stärkere Verkehrsbelastung durch die erforderlichen, umfangreichen Transportleistungen gegenüber. Die Versorgung eines 25 MW_e-Heizkraftwerkes mit Stroh würde beispielsweise zur Folge haben, dass alle 10 bis 15 Minuten ein zusätzlicher LKW über die Straße rollt. In dicht besiedelten Gebieten könnte dies nicht nur ein Umweltproblem (Lärm, Abgase, Stau), sondern auch ein Akzeptanzproblem bedeuten.

Im energetischen Verwendungsbereich ist neben der Einsparung von fossilem CO₂ bei bestimmten Produktlinien mit Festbrennstoffen auch noch eine Verringerung der Schwefeldioxid(SO₂)-Emissionen von Bedeutung. Sowohl die Festbrennstoffe als auch Rapsöl sind nahezu, Ethanol ist sogar absolut schwefelfrei. Durch die Substitution von Braunkohlenbriketts (1,5 % Schwefel) durch Stroh briketts in bestehenden Kleinf Feuerungen ohne Entschwefelung könnte beispielsweise dem Stroh ein SO₂-Bonus von 15 DM/MWh angerechnet werden. Dieser SO₂-Vorteil würde dazu führen, dass fast 50 % der notwendigen Subventionen allein durch die SO₂-Reduktion gerechtfertigt wären. Rapsöl als Ersatz für Dieselmotortreibstoff könnte dagegen gegenwärtig nur einen SO₂-Bonus von rd. 1 DM/MWh nutzen.

2.5 Mittel- und längerfristige Marktperspektiven

Werden die CO₂-Vorteile der nachwachsenden Energieträger zunehmend honoriert, so kommt bis 2005 ein verwendungsseitig begrenztes Marktpotential von 15 bis 36 Mio. t Festbrennstoffe aus Pflanzen in Betracht. Dabei spielen Heizkraftwerke (HKW) und industrielle Dampferzeuger eine besondere Rolle (s. Tabelle 2).

Tabelle 2: Mittelfristiges Verwendungspotential für Festbrennstoffe in der BRD

Ausweitung der KWK bei HKWs u. industriellen Dampferzeugern	8 bis 19 Mio. t/a
Ersatz für vorhandene Anlagen mit KWK	2 bis 5 Mio. t/a
Einsatz in neuen Heizwerken u. Blockheizwerken	1 bis 2 Mio. t/a
Ersatzanlagen für industr. Dampferzeuger ohne KWK	1 bis 3 Mio. t/a
Zumischung in vorhandene Kohleanlagen (> 1 MW)	1 bis 3 Mio. t/a
Ersatz von Kohlenbriketts in vorhandene Einzelfeuerungen	2 bis 4 Mio. t/a
<i>Summe</i>	15 bis 36 Mio. t/a

Aufkommensseitig würde dabei Stroh (mit 13 bis 21 Mio. t/a) bei den Reststoffen eine große Rolle spielen. Heu von nicht mehr benötigten Dauergrünland- und Ackerflächen könnte ebenfalls einen wesentlichen Beitrag liefern, sofern die noch offenen Fragen bei der energetischen Nutzung positiv geklärt sind.

Der zusätzliche, gezielte Anbau von Energiepflanzen hängt somit stark davon ab, wie weit man in den oberen Bereich der genannten Spanne für die Verwendungspotentiale vordringen kann. Etwa 1 Mio. ha LF (landwirtschaftlich genutzte Fläche) würden bei einem Mix verschiedener Energiepflanzen genügen, um zusammen mit Stroh zu einem Jahresaufkommen von 36 Mio. t zu gelangen, welches an der geschätzten Obergrenze des in 10 bis 15 Jahren Vermarktbaren liegt.

Langfristig (z.B. um 2030) wird der mögliche Einsatz von Festbrennstoffen aus Pflanzen nicht mehr verwendungsseitig, sondern aufkommensseitig begrenzt. Wenn man eine einigermaßen realistisch erscheinende Spanne von 15 bis 25 % der gegenwärtigen LF (18 Mio. ha) in Betracht zieht und Erträge an Trockenmasse von etwa 15 t TM pro ha und Jahr für einen Mix von C₃- und C₄-Pflanzen unterstellt, gelangt man mit zusätzlichen Beiträgen von Stroh zu einem Biomasseauf-

kommen von 60 bis 100 Mio. t/a. Dies entspricht einem Energiegehalt von 30 bis 50 Mio. t Steinkohle, bzw. einem Anteil von 8 bis 17 % am geschätzten Primärenergiebedarf. Gegenwärtig (1990) liegt dieser Anteil unter einem Prozent.

2.6 Sozioökonomische Fragen, Akzeptanzfragen

Für die Produktlinien Rapsölmethylester (RME) als Dieselmotorkraftstoff und Strohbricketts als Ersatz für Braunkohlenbricketts in Einzelfeuerungen enthält die Studie Abschätzungen zu der Frage, welcher Anteil der erforderlichen Subventionen bei den Landwirten einkommenswirksam wird und welche Gruppen bzw. Produktionsbereiche hinsichtlich erhöhter oder verringerter Wertschöpfung „Gewinner“ oder „Verlierer“ sind.

Bei beiden Produktlinien werden jeweils pro 100 DM Subvention, die zum Erreichen der Wettbewerbsfähigkeit nötig sind, nur rd. 40 DM beim Landwirt einkommenswirksam. In ähnlicher Größenordnung liegt der zusätzliche Einkommenseffekt für den ländlichen Raum, den die Vorlieferanten (Güter, Dienstleistungen) der Landwirte nutzen können. Die großen Verlierer sind neben der Staatskasse im Fall von RME vor allem die Erdöl- und Sojaschrotlieferländer und im Fall der Strohbricketts die substituierte Förderung und Brikettierung von Braunkohle.

Diese Gegenüberstellung von Gewinnern und Verlierern deutet auf die Interessenskonflikte hin, die mit dem Anbau und der Verwendung nachwachsender Rohstoffe verbunden sein können, wenn vorhandene Produktlinien aus ihrem bisherigen Verwendungsbereich verdrängt werden.

Die Bereitschaft der Landwirte zum Anbau von Energiepflanzen und zur Konditionierung und Vermarktung von Reststoffen (z.B. Stroh) wird nicht nur durch ökonomische Motive, sondern auch dadurch bestimmt, ob es sich um vertraute oder um neuartige Pflanzenarten handelt.

Bei den vertrauten Pflanzenarten zeichnete sich in Gesprächen ein klarer Akzeptanzvorsprung für Energieraps vor Stroh und Ganzgetreide ab. Hierbei spielt vermutlich eine Rolle, dass der Rapsanbau zur Gewinnung von Dieselmotorkraftstoff gegenwärtig eher als eine sinnvolle Produktionstätigkeit angesehen wird als die Konditionierung und Vermarktung des „Reststoffes“ Stroh. Bei Ganzgetreide zur Verbrennung werden verschiedentlich (aber nicht oft) ethische Bedenken geäußert.

Bei den „neuartigen“ Energiepflanzen stößt beispielsweise Chinaschilf meist (nicht immer) auf Interesse, während schnellwachsende Baumarten auf eine ab-

lehrende Voreinstellung stoßen, die mit dem Selbstverständnis der Landwirte zusammenhängen mag.

3 Chemisch-technischer Verwendungsbereich

Wie aus Tabelle 3 ersichtlich ist, sind für die chemisch-technische Verwendung von Nachwachsenden Rohstoffen mengenmäßig vor allem pflanzliche Öle und Fette, Stärke und Holz von Bedeutung.

Tabelle 3: Mittelfristiges Verwendungspotential und Flächenbindung bei der chemisch-technischen Verwendung von Nachwachsenden Rohstoffen in der BRD

	Verwendungspotential 2005 (in 1000 t)		Flächenbindung 2005 (in 1000 ha)
	insgesamt	inländisch angebaut	
Stärke	900 – 1700	900 – 1700	180 – 340
Pflanzliche Öle	725 – 910	275 – 610	190 – 420
– techn. Verwendung	80 – 240	80 – 240	50 – 150
– Oleochemie (erucasäurereiches Öl)	615 – 620 (15 – 20)	165 – 320 (15 – 20)	100 – 200 (10)
– Leinöl	30 – 50	30 – 50	40 – 70
Zucker	60 – 100	60 – 100	7 – 12
Pflanzenfasern (Flachs)	85 – 120	40 – 60	20 – 30
Arznei-/Gewürzpflanzen			10 – 15
Lignocelluloseträger (zusätzlicher Bedarf)		1000 – 7000¹⁾	– ¹⁾
Summe Flächenbedarf²⁾			
– bei intensiver Produktion			410 – 820
– bei extensiver Produktion ³⁾			480 – 960

- 1) Kann vermutlich überwiegend über die zusätzliche Nutzung von Industrierestholz und Waldrestholz gedeckt werden.
- 2) Derzeit werden in der BRD (inkl. NBL) bereits rd. 210.000 ha LF für den Anbau von Nachwachsenden Rohstoffen genutzt.
- 3) Ausgehend von eigenen Abschätzungen, wurde ein durchschnittlicher Ertragsrückgang von rd. 15 % und somit ein entsprechend höherer Flächenbedarf unterstellt.

3.1 Pflanzliche Öle und Fette

Derzeit werden in den alten Bundesländern pro Jahr rd. 600.000 t Öle und Fette verbraucht, vor allem für die Produktion von Waschrohstoffen. Rund 440.000 t der Öle und Fette sind pflanzlicher Herkunft. Hiervon werden 80 bis 90 % aufgrund der spezifischen Anforderungen an die Kettenlänge der Fettsäuren und der bestehenden Preisvorteile aus Drittländern importiert. Die wichtigsten Vertreter hierfür sind das Palmöl, das Palmkernöl und das Kokosöl.

In den Züchtungseinrichtungen und Labors werden aus diesem Grund verstärkt Anstrengungen unternommen, die Importe an mittelkettigen Fettsäuren teilweise durch eine heimische Produktion zu substituieren. Unklar ist, ob und wann diese Bemühungen von Erfolg gekrönt sein werden. Angesichts jüngerer Forschungsergebnisse sind die Erfolgsaussichten günstiger einzuschätzen als noch vor wenigen Jahren. Den angestrebten bzw. erkennbaren Vorteilen, wie z.B. eine geringere Abhängigkeit der Versorgung durch wenige Exportländer für die laurischen Öle, die Dämpfung von Preisspitzen für Kokosöl und Palmkernöl, mehr inländische Wertschöpfung auf verfügbaren Agrarflächen, stehen jedoch vermutbare ökonomische Nachteile gegenüber. Außerdem würden Entwicklungsländern wie Malaysia, Indonesien und den Philippinen Export- und damit Einkommensmöglichkeiten verlorengehen. Bei der Abwägung dieser Vor- und Nachteile kann man streiten.

Die technische Verwendung pflanzlicher Öle für Schmierstoffe, zu denen auch Hydraulikflüssigkeiten gehören, könnte mittelfristig in Deutschland 80.000 bis 240.000 t Rapsöl pro Jahr binden, wahrscheinlich mehr als im Bereich der chemischen Nutzung. Dies hätte zwei Vorteile: Erstens würde hierdurch die Verwendung fossiler Rohstoffe und die mit dem biologischen Abbau bzw. der thermischen Entsorgung des Altöls verbundene CO₂-Freisetzung verringert. Zweitens sind die pflanzlichen Öle besser biologisch abbaubar, was vor allem die Umweltrisiken für Böden und Gewässer mindern würde.

Diesen Umweltvorteilen der pflanzlichen Öle und Fette steht jedoch ein deutlicher Wettbewerbsvorteil der Mineralölprodukte gegenüber. Eine CO₂-Steuer auf fossile Rohstoffe und/oder eine finanzielle Honorierung der Umweltvorteile könnten einen Teil der Kostennachteile ausgleichen.

3.2 Stärke

Stärke besitzt traditionell ein breites Verwendungsspektrum. 1990 wurden 530.000 t native Stärke und Folgeprodukte im chemisch-technischen Sektor eingesetzt. Der wichtigste Verwendungsbereich der Stärke ist die Papier- und Pappherstellung. Hierfür werden in Deutschland rd. 350.000 t Stärke pro Jahr benötigt. Mittelfristig kann für diesen Verwendungsbereich von einem Bedarf von 500.000 bis 700.000 t pro Jahr ausgegangen werden, vor allem begründet durch die noch weiter ansteigende Papiernachfrage.

Unter Umweltaspekten könnte die Verwendung von Stärke oder Mehl als Brikkettierhilfsstoff für Braunkohlenbriketts eine interessante Alternative zur Verwendung von Bitumen darstellen und hierdurch bei der Verbrennung die Freisetzung polyzyklischer Aromate und anderer unerwünschter Kohlenwasserstoffe reduzieren. Der derzeit pro Energieeinheit fünffache Preis von Stärke gegenüber Bitumen bedingt jedoch, dass Subventionen zur Realisierung erforderlich sind.

Die Diskussion über die zunehmende Abfallproblematik könnte der Verwendung von Stärke zur Herstellung von biologisch abbaubaren Kunst- und Verpackungstoffen zusätzliche Marktchancen eröffnen. Der Vorteil der biologischen Abbaubarkeit ist jedoch nur dann überzeugend, wenn eine Recyclierung oder eine thermische Nutzung dieser Produkte nicht oder nur unter hohem finanziellen Aufwand möglich ist. Unter Beachtung der Umweltrisiken, die mit dem Anbau und der Verarbeitung der Stärkerohstoffe verknüpft sind, scheint es aus umweltorientierter Sicht nicht sinnvoll zu sein, Massenkunststoffe durch biologisch abbaubare zu ersetzen.

3.3 Holz

Die wichtigsten Abnehmer von Holz sind die Säge-/Hobel-, Holzwerkstoff- und Zellstoffindustrie. Mit einer Wachstumsrate von 3 % pro Jahr gehört die Papierproduktion zu den expandierenden Wirtschaftszweigen. Der gegenwärtige Zellstoffbedarf der deutschen Papierindustrie von rund 4,5 Mio. Tonnen pro Jahr wird zum größten Teil durch Importe gedeckt. Es handelt sich dabei um hochwertigen Sulfatzellstoff. Produktionsanlagen hierfür sind in Deutschland nach dem herkömmlichen Aufschlussverfahren aus Umweltschutzgründen nicht genehmigungsfähig. Dies führte zu Bemühungen, alternative, umweltfreundliche Verfahren zu entwickeln, wie z.B. das ASAM-, das Acetosolv- oder das Organocell-Verfahren, wobei dem ASAM-Verfahren wegen seiner Verwandtschaft zum alkali-

schen Sulfataufschluss die größten Chancen großtechnischer Realisierung zugesprochen werden.

Auch wenn eines der angesprochenen Zellstoffgewinnungsverfahren großtechnisch realisiert wird, bleibt noch offen, inwieweit die Wahl des Standortes auf Deutschland fällt. Die internationale Verflechtung der Zellstoff- und Papierindustrie, die Rohstoffversorgung und der Rohstoffpreis sind wichtige Faktoren, die diese Wahl mitentscheiden.

Aufgrund dieser angeführten Unsicherheiten bei der Entwicklung der inländischen Zellstoffproduktion – dies trifft in ähnlicher Weise auch für den zusätzlichen Holzbedarf für Holzwerkstoffe oder Formteile zu – wurde davon ausgegangen, dass mittelfristig in diesem Bereich zusätzlich 1-7 Mio. t Lignocellulose Verwendung finden könnten, ohne jedoch mit einem zusätzlichen Flächenbedarf verbunden zu sein.

4 Flächenbindung, Flächenverfügbarkeit und Beschäftigungseffekte für den Gesamtbereich der Nachwachsenden Rohstoffe

4.1 Flächenbindung, Flächenverfügbarkeit

Abschätzungen zum mittelfristigen Flächenbedarf zeigen, dass es bei intensiver landwirtschaftlicher Produktion zu keiner Flächenkonkurrenz zwischen dem Anbau von Nachwachsenden Rohstoffen und der herkömmlichen Flächennutzung bzw. dem zusätzlichen Flächenbedarf für Naturschutzzwecke oder für Infrastruktur kommt.

Diese Einschätzung baut vor allem darauf auf, dass unter Beibehaltung der bisherigen Produktionsintensität in Deutschland mittelfristig rd. ein Drittel der LF aus der Produktion genommen werden muss, damit die Agrarüberschüsse unter Berücksichtigung wachsender Flächenerträge abgebaut werden können; dies entspricht rd. 6 Mio. ha LF.

Für die inländische Bereitstellung Nachwachsender Rohstoffe (v.a. Stärke und pflanzliche Öle), die mittelfristig zusätzlich im chemisch-technischen Sektor Verwendung finden könnten, werden jedoch nur rd. 0,2-0,6 Mio. ha LF benötigt. Somit stünden für den Anbau von nachwachsenden Energieträgern, für die Belange des Naturschutzes oder für die Aufforstung landwirtschaftlicher Flächen noch mehr als 5 Mio. ha LF zur Verfügung. Der zusätzliche Anbau von bis zu 2 Mio. ha Energieraps und bis zu 1 Mio. ha Festbrennstoffen (z.B. Miscanthus, Heu oder

Schnellwuchsplantagen) würde unter diesen Rahmenbedingungen, abgesehen von regionalen Besonderheiten, noch zu keinen Engpässen bei der Flächenverfügbarkeit führen.

Anders sind dagegen die Verhältnisse, wenn von einer flächendeckenden Extensivierung ausgegangen wird, die deutlich über das derzeit erkennbare Ausmaß der EG-Agrarpolitik hinausgeht. Unter diesen Rahmenbedingungen müssten mittelfristig nur noch rd. 2 Mio. ha LF aus der Produktion genommen werden, um den Abbau der Agrarüberschüsse zu erreichen.

Der zusätzliche Anbau von ca. 1 Mio. Hektar Energieraps oder Festbrennstoffen wäre hierbei jedoch kaum möglich, ohne zunehmend in Kollision mit einer anderen Flächennutzung, wie z.B. zu Naturschutzzwecken, zu geraten.

4.2 Beschäftigungseffekte

Mittelfristig könnte mit der zusätzlichen Bereitstellung von vor allem Stärke, pflanzlichen Ölen und Lignocellulosen für die chemisch-technische Verwendung eine zusätzliche Beschäftigung von rd. 4.000 bis 20.000 Vollarbeitskräften verbunden sein. Nur rd. 50 % dieser positiven Beschäftigungseffekte sind dem landwirtschaftlichen Bereich zuzuordnen.

Mit dem Anbau und der Verarbeitung von 1 bis 2 Mio. ha Energieraps könnte eine zusätzliche Beschäftigung für rd. 5.000 bis 9.000 Vollarbeitskräften einhergehen, wobei die Beschäftigungseffekte im landwirtschaftlichen Bereich (Anbau und Ernte) überwiegen.

Wenn im Jahr 2005 zusätzlich 15 bis 36 Mio. t Biomasse als Festbrennstoffe Verwendung finden würden, könnten nochmals bis zu 30.000 Arbeitskräfte Beschäftigung finden.

Insgesamt liegt der zusätzliche Bedarf an Vollarbeitskräften, der mit der Bereitstellung von Nachwachsenden Rohstoffen für die chemisch-technische Verwendung, vor allem aber mit der energetischen Verwendung verbunden ist, zwischen rd. 20.000 und 60.000 Arbeitskräften. Dies entspricht etwa der doppelten Abwanderungsrate landwirtschaftlicher Arbeitskräfte in Westdeutschland, die derzeit zwischen rd. 20.000 und 30.000 pro Jahr liegt.

Diese Zahlen verdeutlichen, dass die Nachwachsenden Rohstoffe in Deutschland auf absehbare Zeit nur bescheidene Beiträge dazu leisten können, den Abbau der Beschäftigungsmöglichkeiten im landwirtschaftlichen Sektor zu dämpfen.

Dies ist eine von mehreren Aussagen der TA-Studie, die folgende – etwas vereinfachte – Charakterisierung der Perspektiven für viele Bereiche der nachwachsenden Rohstoffe stützen:

„Die wichtigsten Vorteile der nachwachsenden Rohstoffe liegen nicht im Bereich der Agrarpolitik, sondern im Bereich der Umweltpolitik.“

3 Anmerkungen zur Institutsgeschichte

Bernd Wingert

Das vorliegende Jahrbuch versammelt in Teil 2 Aufsätze, von denen das Institut meint, dass sie auf der einen Seite ITAS-typische Forschungsarbeiten repräsentieren und sich auf der anderen Seite durch Originalität und Qualität auszeichnen. Es ist eine Selektionsstrategie nach Art des „best of“. Diese Strategie des Rosinenspickens wird auch in dieser Darstellung zur Institutsgeschichte verfolgt, eine systematische Darstellung ist nicht beabsichtigt. Doch soll die Chronologie der Ereignisse knapp eingeordnet und einige Zusammenhänge mit wenigen Strichen skizziert werden. Dies gilt auch für den forschungspolitischen Kontext, in dem „Technikfolgenabschätzung“ entstand und sich entwickelte. Einige Hinweise auf Quellen und Artikel, in denen insbesondere die Vorgeschichte angerissen oder aufgearbeitet wurde, mögen dem stärker interessierten Leser zeigen, wo die Lektüre fortgesetzt werden kann.

Vorgeschichte

Das heutige ITAS hat zwei Wurzeln: Auf der einen Seite die „Studiengruppe für Systemforschung“ in Heidelberg, die 1958 von Helmut Krauch gegründet wurde,¹ auf der anderen Seite das IASR, das von Wolf Häfele geleitete und 1972 gegründete Institut für Angewandte Systemtechnik und Reaktorphysik im damaligen Kernforschungszentrum Karlsruhe. Dieses Institut ging auf das Institut für Angewandte Reaktorphysik (IAR) zurück, dessen Gebäude, in dem sich ITAS noch heute befindet, 1966 fertig gestellt wurde.²

1 Nach der Gründung der Studiengruppe 1958 durch Helmut Krauch zählen zu den maßgeblichen weiteren Persönlichkeiten Werner Kunz, ab 1959, Horst Rittel – als freier Mitarbeiter – und Herbert Paschen, beide ab 1963, sowie Reinhard Coenen ab 1964 bei der Studiengruppe (Brinckmann 2005, S. 2). Paschen leitete ab 1973 den „Arbeitsbereich I“. Paschen und Coenen wechselten zusammen mit dem größten Teil dieses Arbeitsbereichs 1975 ins Kernforschungszentrum Karlsruhe.

2 Häfele war sowohl Leiter des IAR als auch Leiter des Projekts Schneller Brüter. Die Anregungen, eine systemtechnische Komponente ins Institut einzubauen, sind bei ihm, ähnlich wie bei Krauch, auf USA-Kontakte zurückzuführen. Häfele wurde nach seinem Weggang aus Karlsruhe und einem Zwischenstopp beim IASA (International Institute for Applied Systems Analysis) Vorstandsvorsitzender der „Forschungsanlage Jülich“ (persönliche Mitteilung Detlef Wintzer 2005).

Chronologie wichtiger Ereignisse in Bezug auf ITAS und den weiteren forschungspolitischen und TA-Kontext

- 1956 Gründung der Kernreaktor Bau- und Betriebs-Gesellschaft mbH Karlsruhe am 19.07.1956.
- 1958 In Heidelberg gründet Helmut Krauch die Studiengruppe für Systemforschung (SfS).
- 1972 Auf der Grundlage des IAR (des Instituts für Angewandte Reaktorphysik) kommt es zur Gründung des Instituts für Angewandte Systemtechnik und Reaktorphysik (IASR) (Leitung Wolf Häfele) im Kernforschungszentrum Karlsruhe.
- 1972 *Gründung des OTA (Office of Technology Assessment) am 13.10.1972 beim US Congress.*
- 1973 Erste parlamentarische Initiative zur Errichtung eines Parlamentarischen Amtes zur Bewertung technologischer Entwicklungen; Gutachterauftrag der Bundestagsverwaltung an Herbert Paschen bzw. die SfS.
- 1973 Am 21.03.1973 findet das Bundestagshearing über die SfS-Befragung zu Prioritäten der Forschungspolitik statt. Krauch scheidet aus der SfS aus. Es gibt nunmehr zwei Forschungsbereiche: „Planung und Innovation“ (Leitung Herbert Paschen) und „Information und Dokumentation“ (Leitung Werner Kunz).
- 1975 Zum 01.01.1975 wird der Bereich „Planung und Innovation“ der SfS in das IASR überführt und bildet dort unter der Leitung von Paschen eine Abteilung.
- 1976 Der Vorschlag des Vorstandes, Teile des IAS (des Instituts für Angewandte Systemanalyse) dem Vorstand als „Stabsabteilung“ zuzuschlagen, findet im Wissenschaftlich-Technischen Rat (WTR) keine Mehrheit.
- 1977 Gründung von AFAS auf den 01.01.1977, Leitung Herbert Paschen, in der Folgezeit wichtige TA-Projekte.
- 1985 Am 15.03.1985 beschließt der Deutsche Bundestag, eine Enquete-Kommission zu „Einschätzung und Bewertung von Technikfolgen“ einzusetzen.
- 1985 Arbeiten zum Aufbau einer TA-Infrastruktur und -Datenbank (im Auftrag des BMFT) werden in Kooperation mit dem FIZ Karlsruhe aufgenommen.
- 1987 Im November 1987 wird nach dem Scheitern der ersten Enquete-Kommission eine zweite zu TA eingesetzt; Paschen wird in die Kommission berufen.
- 1990 Etablierung des TAB (Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag in Bonn) und Übernahme des Betriebs durch AFAS (Paschen übernimmt auch Leitung des TAB).
- 1990 *Die parlamentarischen TA-Einrichtungen in Deutschland, Dänemark, Frankreich, Großbritannien, den Niederlanden sowie beim Europäischen Parlament schließen*

sich zum European Parliamentary Technology Assessment Network (EPTA) zusammen.

1992 Erste Nummer der von AFAS herausgegebenen „TA-Datenbank-Nachrichten“ erscheint im März 1992.

1995 Nach einem Beschluss des Aufsichtsrats des Forschungszentrums Karlsruhe wird AFAS unter Leitung von Herbert Paschen am 01.07.1995 zum Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS).

1995 ITAS und TAB eröffnen ihre Web-Präsenz am 11.10.1995.

1995 *Schließung des OTA am 30.09.1995.*

1998 ITAS und Forschungszentrum Karlsruhe feiern auf einer Veranstaltung in Bonn-Bad Godesberg am 17./18.06.1998 „25 Jahre TA in Deutschland“ (1973-1998) und den 65. Geburtstag des Institutsleiters.

1998 Paschen scheidet als Institutsleiter von ITAS am 30.06.1998 aus, behält aber weiter die Leitung des TAB. Reinhard Coenen leitet das Institut vom 01.07.1998 bis 30.09.1999 als stellvertretender Institutsleiter kommissarisch.

1999 Das TAB zieht am 01.09.1999 von Bonn nach Berlin-Mitte um.

1999 Armin Grunwald übernimmt die Institutsleitung am 01.10.1999 und wenig später den Lehrstuhl für TA und Systemanalyse an der Universität Freiburg.

2000 10 Jahre TAB.

2001 Die Gründungsversammlung der HGF (Helmholtz-Gemeinschaft deutscher Forschungszentren) beschließt im Herbst ihre Satzung.

2002 Grunwald übernimmt ab dem 01.01.2002 auch die Leitung des TAB.

2002 Die Zeitschrift des ITAS „TA-Datenbank-Nachrichten“ wird in „Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis“ umbenannt.

2002 Der Bundestag vergibt am 12.06.2002, nach einer öffentlichen Ausschreibung, erneut den Auftrag an das ITAS zum Betrieb des TAB für die Jahre 2003 bis 2008 (in Kooperation mit ISI, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung).

2002 *Der Landtag von Baden-Württemberg beschließt am 18.11.2002, die TA-Akademie in Stuttgart zu schließen.*

2003 Im Sommer d.J. liegen die Ergebnisse der Evaluation des ITAS betreffenden Programms im Rahmen der „programmorientierten Förderung“ vor.

2004 Im November findet in Berlin die erste Konferenz des „Netzwerks TA“ statt.

2005 10 Jahre ITAS.

Eigentlicher Zweck des Institutsgebäudes war der Betrieb des SNEAK (Schnelle Null-Energie-Anlage Karlsruhe) und Forschungsarbeiten für den Schnellen Brüter. Auf den 01.01.1975 wurde der Forschungsbereich „Planung und Innovation“ der Studiengruppe ins IASR (in Karlsruhe „Gruppe Paschen“ genannt) nach Karlsruhe transferiert. Dies geschah auf Beschluss des Haushaltsausschusses des Bundestages; die Studiengruppe hatte zu jener Zeit schon einen eigenen Titel im Bundeshaushalt; dieser Titel bekam einen „kw-Vermerk“. Die qualifizierte Mehrheit, um diesen Vermerk „kann künftig wegfallen“ zu tilgen, kam allerdings nicht zustande; die Auslagerung war unvermeidlich geworden.³

Wie immer man diese Teilauflösung im Einzelnen interpretieren mag, sie ist auf die eine oder andere Weise mit dem Bundestagshearing in Verbindung zu bringen, auf dem am 21.03.1973 die Studiengruppe Ergebnisse einer Expertenbefragung zu Prioritäten der Forschungspolitik vortrug. Nach einer schon erfolgten bevölkerungsweiten Befragung wurden dieses Mal „in der Forschung tätige Wissenschaftler“ befragt, „welche Prioritäten diese Forscher selber hinsichtlich der Finanzgestaltung setzen möchten und aus welchen Gründen sie zu ihren Präferenzen kommen.“ So der Vorsitzende des Ausschusses Lohmar in seinen einleitenden Worten zu der öffentlichen Informationsveranstaltung.⁴ Auf der Grundlage der tatsächlichen Verteilung der Forschungsmittel im Jahre 1971 sollten die Befragten bei einem angenommenen Budget von 10 Mrd. DM eine Verteilung für 1976 vornehmen, die Beiträge der Forschungsbereiche zu acht Zielsetzungen einschätzen (die an den Bundesforschungsbericht IV angelehnt waren) und ihre Budgetverschiebungen begründen. Es wurde deutlich, dass in Bereiche wie Bildungswesen, Umwelt und Städtebau erheblich mehr, in Bereiche wie Kernenergie und Verteidigung erheblich weniger investiert werden sollte. Dieses Bild entsprach früheren Ergebnissen. Die Diskussionen über methodische Fragen, die Folgerungen für die Forschungspolitik und Möglichkeiten von Umschichtungen im Forschungshaushalt zwischen Studiengruppe und Ausschussmitgliedern (u. a. dem Vorsitzenden Lohmar, dem parlamentarischen Staatssekretär Hauff, dem Abgeordneten Lenzer

3 Die Überführung eines Teils der Studiengruppe in das Kernforschungszentrum war eigentlich eine „Rück“-führung dorthin, woher die Studiengruppe kam, denn Krauch war ursprünglich Mitarbeiter der Geschäftsführung des Kernforschungszentrums und sollte ein Institut für Strahlenchemie mit aufbauen (Wingert 2000). Neben einer eigenen Verwaltung in Heidelberg wurde ein Teil der Verwaltung der Studiengruppe (z. B. Gehaltsabrechnung) immer in Karlsruhe gemacht.

4 Dies nach dem kurzen Bericht von Berg/Beker (1973) in den Mitteilungen der SfS.

und dem Forschungsminister Ehmke) waren kontrovers. Ob es an den schon angespannten Beziehungen zwischen Studiengruppe und Forschungspolitikern lag, oder an den roten Brillen, die die Zuschauer aufsetzen mussten, um das Gewirr von Linien als die dreidimensionale Darstellung der Faktorenstrukturen der Forschungsbereiche zu entziffern – nach dem Eindruck etlicher Beteiligten jedenfalls kam der Meinungs austausch einem Fiasko gleich.

Andrea Brinckmann, die nicht nur diese Phase der Auseinandersetzung, sondern die gesamte Entwicklung der Studiengruppe in ihrer Dissertation eingehend analysiert hat (2005), kommt zu dem Schluss, dass dies allenfalls der letzte Anstoß war, der den vorher schon in Position gebrachten Stein ins Rollen brachte: „Das unbefriedigende Ergebnis des Bundestagshearings schien das Schicksal der Studiengruppe endgültig besiegelt zu haben“ (S. 217). Das Ganze lässt sich auch struktureller so einordnen, „dass sich der rasche Aufstieg und die Expansion der Studiengruppe *nur* im spezifischen Klima des Wandels überhaupt erklären läßt“ (S. 16). „Politikberatung mit Hilfe der Systemforschung“ war in einer gewissen Phase eine Patentlösung. „Als aber deutlich wurde, dass sich mit dem Forschungsansatz der Studiengruppe keine schnellen Reform- und Rationalisierungserfolge in der Öffentlichkeit präsentieren ließen ... fand die Gruppe im Rahmen zunehmender regierungspolitischer Planungs- und Reformmüdigkeit keine ausreichende Unterstützung mehr“ (S. 18).⁵

Bevor auf die weitere Entwicklung im Forschungszentrum eingegangen wird, sei kurz ein Blick darauf geworfen, wie es mit dem (größeren) Rest der Studiengruppe weiterging, also dem Forschungsbereich „Information und Dokumentation“ unter der Leitung von Werner Kunz. Dieser wurde zum 01.01.1978 in die GID überführt, der vom Bund und elf Bundesländern getragenen „Gesellschaft für Information und Dokumentation“. Die meisten Mitarbeiter waren in der Sektion für Systemforschung (Leitung Werner Kunz) tätig, ein kleinerer Teil in der Sektion für Ökonomie (Leitung Werner Schwuchow). Zum 01.01.1988, nach der Auflösung der GID, wechselte eine Gruppe von 15 ehemaligen GID-Mitarbeiter ins IPSI (das „Institut für Integrierte Publikations- und Informationssysteme“, ein Institut der GMD (Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung), die 2001

5 Im Kontext unterschiedlicher Ansätze zur „Zukunftsforschung“ analysiert Hühnemörder (2004) die Entwicklung der Studiengruppe.

mit der Fraunhofer-Gesellschaft fusionierte).⁶ Mit der GID gab es in den achtziger Jahren ein gemeinsames Projekt.⁷

Die „Gruppe Paschen“ fand sich im IASR des Kernforschungszentrums in keiner besonders ruhigen oder freundlichen Umgebung wieder. Zusammen mit der „Gruppe Jansen“ begannen, noch von Heidelberg aus vorbereitet, erste Arbeiten zur Akzeptanzkrise der Kernenergie. Hoffnungen auf eine wirksame Bekämpfung dieser Akzeptanzkrise mit Hilfe sozialwissenschaftlicher Analysen erfüllten sich nicht. Solche Analysen wurden später in der E2-Studie weitergeführt (s.u.). Es kam in rascher Folge zu Umbildungen des Instituts: zunächst die Auslagerung des reaktorphysikalischen Teils, so dass das „Institut für Angewandte Systemanalyse“ (IAS) übrig blieb; der Versuch der Berufung eines neuen Institutsleiters nach dem Weggang von Häfele scheiterte. Es drohte die Auflösung des Instituts bzw. die „Stabsabteilung“. Doch fand dieser Vorschlag des Vorstandes, Teile des IAS dem Vorstand als Stabsabteilung zuzuschlagen, im WTR⁸ keine Mehrheit. Dieses Ergebnis war auch einer beherzten Aktion eines Teils des Instituts zu verdanken, das sich gegen diesen Vorschlag stellte und die Unterstützung der „geborenen“ und „gewählten“ Mitglieder des WTR suchte und fand.

Dieses Datum, 1976, markierte einen äußerst kritischen Punkt in der Vorgeschichte des Instituts, denn es drohte das Aus, so dass es in der Folge weder AFAS noch ITAS gegeben hätte. Betrachtet man den langen Zeitraum von fast 20 Jahren, den es danach brauchte, bis die Abteilung – dann auch mit dem Segen des Vorstandes – wieder zum Institut erhoben wurde, 1995, dann mag man ermessen, welche zähe Aufbauleistung sich dahinter verbirgt. Die Zeit nach 1977 war von vielen neuartigen und schwierigen Projekten gekennzeichnet, die aber seitens des Forschungsministeriums auf Interesse stießen, und in denen es gelang, das Konzept „Technikfolgenabschätzung“ zu erproben, zu entwickeln und unter Beweis zu

6 Etliche Mitarbeiter verließen aber die GID und fanden neue Stellen etwa im Krebsforschungszentrum Heidelberg, vier Mitarbeiter arbeiteten in der Arbeitsgruppe für Systemforschung der GMD, die ab 1988 auch als Geschäftsstelle für ein Transferinstitut mit der University of Berkeley fungierte (persönliche Mitteilung Harald Werner, 21.04.2005).

7 1984 begannen Vorarbeiten für ein gemeinsames Projekt der IuK-Gruppe von AFAS mit der GID zum „Elektronischen Publizieren“ (Riehm et al. 1992); eine Folgeaktivität ist der zu diesem Thema im vorliegenden Band aufgenommene Handbuchartikel von Riehm et al.

8 Der Wissenschaftlich Technischen Rat (WTR) ist in Fragen von F+E und Institutsbildungen dem Vorstand gleichgestellt.

stellen. In den ersten zwei bis drei Jahren dominierte die „E2-Studie“, ein mehrjähriges Projekt zu den „Konsequenzen des großtechnischen Einsatzes der Kernenergie“ (zusammen mit externen Instituten etwa in Jülich und anderen Instituten in Karlsruhe). Es folgte ab 1980 die „Kohlestudie“, wieder eine mehrjährige TA zu den Möglichkeiten und Folgen eines verstärkten Steinkohleeinsatzes, diesmal auf Anforderung des Forschungsministeriums. Es gab aber auch direkte Zuarbeiten zu den großen Zentrums-Projekten, die hundert Personenjahre und mehr umfassten, so Umweltbelastungsrechnungen für das „Projekt Schneller Brüter“, Arbeiten für das „Projekt Nukleare Sicherheit“ oder eine mehrjährige sozialwissenschaftliche Begleitforschung zum rechnerunterstützten Konstruieren (CAD, angeregt durch den damaligen Projektträger im Forschungszentrum).

In einem Schwerpunkt von „Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis“ anlässlich des Ausscheidens von Reinhard Coenen im Jahre 2004 wurden etliche dieser großen Projekte, die selbstverständlich nicht nur in die „Vorgeschichte“ des Instituts fallen, gewürdigt und eingeordnet (Wingert/Berg 2004).

Nach Abschluss zweier Enquete-Kommissionen des Bundestages zu TA 1985 und 1987 gelang es 1989, das jahrelange Ringen von jeweiliger Regierung und jeweiliger Opposition um ein dem OTA ähnliches TA-Büro mit einer „kleinen Lösung“ zu beenden. 1990 konnte AFAS, gegen starke Konkurrenz von Mitbewerbern um diesen Auftrag, mit dem Aufbau des „TAB“ beginnen.⁹ Sowohl AFAS als auch TAB wurden nun von Paschen geleitet. Der Auftrag, das TAB zu betreiben, wurde zuletzt 2002 für die Periode 2003 bis 2008 verlängert (für die letzte Phase in Kooperation mit dem ISI, dem ebenfalls in Karlsruhe ansässigen Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung).

Nach einem Blick auf die Gründungsgeschichte des TAB sollten einige Ereignisse im TA-Kontext betrachtet werden: Das OTA, das Office of Technology Assessment beim US-amerikanischen Kongress, 1972 gegründet, und *das* Modell für (parlamentarische) TA-Einheiten, wurde ausgerechnet im Gründungsjahr des ITAS, 1995, geschlossen (Coates 1995). Das TAB war in Europa nicht die erste TA-Einheit; andere Länder wie Frankreich und Dänemark waren schneller. Schon 1990 verabredeten die damaligen parlamentarischen TA-Einrichtungen in Europa eine lose Kooperation in einem „European Parliamentary Technology Assessment Network“ (EPTA, Berg 1999).

9 Die Vorgeschichte der Errichtung des TAB ist ausführlich beschrieben in Paschen (2000).

Wie ist im Nachhinein dieser lange Vorlauf bis zur Institutsgründung zu interpretieren? In einem Interview¹⁰ zu dieser Frage meinte der frühere Institutsleiter Herbert Paschen: Die Unterstützung seitens der damaligen Forschungsminister sei entscheidend gewesen. Gewiss habe die Errichtung und der erfolgreiche Betrieb des TAB dem Zentrum demonstriert, dass AFAS Forschungsarbeiten durchführte, die nachgefragt wurden. Aber wichtiger war in seiner Interpretation das Wechselspiel zwischen guter Projektarbeit, erzielter Anerkennung bei den Auftraggebern und deren Bereitschaft, dies wieder in Unterstützung münden zu lassen. Für diese frühen Projekte mit ausgedehnten technischen Analysen war die im Institut vorhandene technische Kompetenz sicher eine unverzichtbare Komponente.

Zehn Jahre ITAS

In die bis dato zehn Jahre währende erfolgreiche Arbeit des Instituts fallen einige bedeutsame Ereignisse: Die oben schon erwähnte Schließung des OTA, die für die Mehrheit der „TA-Community“ überraschend kam und auch durch laute Proteste nicht verhindert werden konnte. Die im Jahre 2002 beschlossene Schließung der TA-Akademie in Stuttgart war nicht weniger überraschend, und dies nach vielen Lobreden auf einer Zehnjahresfeier kurz zuvor (Fuchs 2003). Auf der anderen Seite gab es aber auch Zeichen der Kontinuität und der Lebensfähigkeit von TA: hierzu zählt 1998 die Feier anlässlich „25 Jahre TA“ (vgl. Petermann/Coenen 1999), wobei dieses Datum an jenen Gutachtenauftrag 1973 an die Studiengruppe bzw. Paschen erinnert, die TA-Bemühungen weltweit zu recherchieren und aufzubereiten (Studiengruppe 1974; Paschen et al. 1978). Auch der gewissermaßen mit neuem Schwung durchgeführte Berliner Kongress des neu gegründeten „Netzwerks TA“ 2004 muss hierzu gerechnet werden (Grunwald et al. 2004).

Schließlich, „last but not least“, ist der erfolgreich vollzogene Wechsel in der Institutsleitung zu nennen, nach einem über einjährigen Interregnum, das vom stellvertretenden Institutsleiter Reinhard Coenen souverän bewältigt wurde. Armin Grunwald übernahm Anfang Oktober 1999 die Leitung von ITAS, ab Jahresanfang 2002 auch die Leitung des TAB (vgl. Wingert 1999).

10 Interview des Verfassers mit Herbert Paschen und Reinhard Coenen in Heidelberg am 12.04.2005 (unveröffentlicht).

Zur wichtigsten internen Neuerung gehört sicher die Neustrukturierung der Forschungsarbeiten und -themen in drei Bereiche (vgl. Kap. 1.2). Hier wird der Versuch unternommen, ein Sachgebiet mit einem je spezifischen Impuls zu verknüpfen: „Umwelt und Ressourcenmanagement“, „Neue Technologien, Innovationsprozesse und Technikfolgen“, sowie „Wissensgesellschaft, Wissensordnung und Wissenspolitik“. Ziel ist außerdem, über konkrete Projekte hinausreichende Diskussionszusammenhänge zu etablieren, aus denen heraus sich ein neuer interdisziplinärer Funke entzünden soll.

Zur wichtigsten „externen“ Neuerung gehört die Gründung der HGF, der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren. Sie ist im Vergleich zu den anderen Forschungsorganisationen (DFG, Max Planck, Fraunhofer-Institute und „Blaue Liste“ bzw. Leibniz-Gesellschaft) die größte. Die institutionelle Förderung wird abgelöst durch eine „programmorientierte Förderung“ (vgl. Kap. 1.3). Es gibt Programme für Energie, Erde und Umwelt, Gesundheit, Schlüsseltechnologie, Struktur der Materie sowie Verkehr und Weltraum. Diese Programme wurden Schritt für Schritt einer internationalen Evaluation unterzogen.¹¹ Die großenteils sehr gut eingestuften Programme der HGF nehmen der HGF-Forschung den Makel, langfristige Forschung zu betreiben, deren Qualität und gesellschaftlicher Bedarf von zweifelhaftem Rang sei. Genau dies ist nicht der Fall. Aber ob die Hoffnung, dass die neue Grundkonstruktion der HGF (die Zentren konkurrieren um Programme und zugehörige Gelder) längerfristig zu einer „besseren“ Forschung führen wird, darf füglich bezweifelt werden, weil die Last des Apparates auch zu einer Übersteuerung des Gesamtsystems führen kann, denn die alten Strukturen (Aufsichtsräte, Vorstände, zentrenbezogene Evaluationen) existieren ja nach wie vor. Dieser HGF-Kontext und die „Evaluation und die Folgen“ sind eingehend im einleitenden Kapitel beschrieben worden.

Ausblick

Lässt man die „10 Jahre ITAS“ und die Vorgeschichte Revue passieren, lassen sich dann einige Lehren für die Zukunft ziehen? Zumindest der subjektive Versuch sei unternommen, bei aller Vorsicht, die bei solchen Selbstdiagnosen am Platze ist.

¹¹ Einen kritischen Rückblick auf einen Teil der gelaufenen Evaluationen und den Versuch einer Einbettung der Gesamtproblematik der „Evaluation von Forschung“ haben wir in einem Schwerpunktheft der Zeitschrift „Technikfolgenabschätzung“ unternommen (Wingert/Coenen 2003).

Drei Dinge kann man m. E. nennen: (1) das frühzeitige Aufspüren und Entwickeln neuer Themen und Konzepte, (2) die Balance zwischen einer internen und einer externen Unterstützung (in einer Phase, wie gezeigt, eine Dominanz externer Unterstützung), und (3) so etwas wie ein sechster Sinn für Meta-Ebenen, also ein Bewusstsein für die Komplexität einer Fragestellung, für versteckte Implikationen oder schwierige Randbedingungen. Diese Fähigkeiten, vielleicht sogar Talente, wären auch für die Zukunft zu pflegen, denn mit der Etablierung der HGF und der damit zusammenhängenden Mechanismen und neuen Strukturen hat sich die institutionelle Einbettung verändert. Auch hier lassen sich drei Momente nennen, auf die mit dem gebotenen Spürsinn zu achten sein wird: (1) Mit der HGF hat sich das Verhältnis von ‚drinnen‘ und ‚draußen‘ verändert, der Zaun ist neu gezogen, die Machtbalance zwischen dem neuen Zentrum (dem HGF-Präsidenten und Senat) und der Peripherie (die alten „Zentren“ qua HGF-Mitglieder) hat sich verschoben; was früher willkommene Kooperation mit einem externen Institut war, ist zur auferlegten Koordination geworden, (2) damit muss die Balance zwischen externer und interner Unterstützung neu gefunden werden, (3) dass die Senatsempfehlung (vgl. Kap. 1.3) so ausdrücklich auf eine „intergrated system analytic perspektive“ setzt, hat einen nachvollziehbaren Grund. Denn mit Konzepten wie „TA“ und „Systemanalyse“ oder – in modischeren Gewändern „foresight“ und „roadmapping“ – werden Hoffnungen an eine vorlaufende Problemstrukturierung, -reflexion und -bearbeitung verknüpft, die systematisch für die HGF eingelöst werden sollen. Das kann nicht heißen, dass nun die Systemanalyse die bessere Klima-, Fusions- oder Wie-auch-immer-Forschung machen würde. Aber es geht um Vorlauf und Strukturierung auf einer Meta-Ebene. Und die ist *für* die in einem Feld Forschenden gedacht, richtet sich aber u. U. *gegen* sie, und kann letztlich nur gemeinsam *mit* ihnen entwickelt werden. Sicher keine leichte Aufgabe.

Literaturhinweise

- Berg, I. v.; Beker, G. (1973): Bundestagshearing über die Sfs-Befragungsaktion zu den Prioritäten in der Forschungsförderung des Bundes. Sfs Mitteilungen, Juli 1973, S. 10-18
- Berg, I. v. (1999): Parlamentarische TA in Europa: EPTA (European Parliamentary Technology Assessment Network). In: Petermann, T.; Coenen, R.: Technikfolgen-Abschätzung in Deutschland. Bilanz und Perspektiven. Frankfurt a.M./New York: Campus, S. 229-246

- Brinckmann, A. (2005): Zur Entwicklung von Systemforschung und Politikberatung in der Bundesrepublik Deutschland: Die Studiengruppe für Systemforschung. Diss. Universität Hamburg, Fachbereich Sozialwissenschaften. Hamburg: 2005 (Publikation in Vorbereitung bei der edition sigma)
- Coates, V. (1995): On the Demise of OTA. Statement to the International Association of Technology Assessment and Forecasting Institutions (IATAFI). TA-Datenbank-Nachrichten Jg. 4, H. 4, S. 13-15
<<http://www.itas.fzk.de/deu/TADN/TADN1295/inst.htm#inst1>>
- Fuchs, G. (2003): Technikfolgenabschätzung im Abseits? Zur Schließung der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis Jg. 12, H. 2, S. 84-91
<<http://www.itas.fzk.de/tatup/032/fucho3a.htm>>
- Grunwald, A.; Decker, M.; Riehm, U. (2004): Technik in einer fragilen Welt – Perspektiven der Technikfolgenabschätzung. Bericht über die erste Konferenz des „Netzwerks TA“ (NTA1). Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis Jg. 13, H. 3, S. 152-154
- Hühnemörder, K. F. (2004): Die Heidelberger Studiengruppe für Systemforschung und der Aufstieg der Zukunftsforschung in den 1960er Jahren. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis Jg. 13, H. 1, S. 8-15
<<http://www.itas.fzk.de/tatup/041/hueno4a.htm>>
- Paschen, H. (2000): The Technology Assessment Bureau of the German Parliament. In: Vig, N. J.; Paschen, H. (Hg.): Parliaments and Technology. The Development of Technology Assessment in Europe. Albany: State University of New York, S. 93-124
- Paschen, H.; Gresser, K.; Conrad, F. (1978): Technology Assessment – Technikfolgenabschätzung. Frankfurt a.M./New York: Campus
- Petermann, T.; Coenen, R. (Hg.) (1999): Technikfolgen-Abschätzung in Deutschland. Bilanz und Perspektiven. Frankfurt a.M./New York: Campus
- Riehm, U.; Böhle, K.; Gabel-Becker, I.; Wingert, B. (1992): Elektronisches Publizieren. Eine kritische Bestandsaufnahme. Berlin, Heidelberg, New York: Springer
- Studiengruppe für Systemforschung (Gresser, K.; Paschen, H.) (1974): Gutachten zum Problemkreis Technikfolgenabschätzung (Technology Assessment), erstattet im Auftrag der Verwaltung des Deutschen Bundestages. Heidelberg
- Wingert, B. (1999): ITAS seit Oktober mit neuem Leiter: Professor Dr. Grunwald. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis Jg. 8, H. 3, S. 134

<<http://www.itas.fzk.de/deu/tadn/tadn993/news99a.htm>>

Wingert, B. (2000): Die „Studiengruppe für Systemforschung“ – Zur Vorgeschichte des ITAS. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis Jg. 9, H. 2, S. 140-141 <<http://www.itas.fzk.de/deu/tadn/tadn002/news01.htm>>

Wingert, B.; Berg, I. v. (2004): Systemanalyse und Technikfolgenabschätzung als Politikberatung in Deutschland. Versuch einer Würdigung von Reinhard Coenen. Einführung in den Schwerpunkt. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis Jg. 13, H. 1, S. 5-7

<<http://www.itas.fzk.de/tatup/041/wibe04a.htm>>

Wingert, B.; Coenen, R. (2003): Evaluation von Forschung. Einführung in den Schwerpunkt. In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis Jg. 12, H. 1, S. 5-10 <<http://www.itas.fzk.de/tatup/031/wico03a.htm>>

4 Daten und Fakten

4.1 Aktuelle Projekte des Instituts

4.1.1 Forschungsbereich Umwelt und Ressourcenmanagement

Energetische Nutzung von Biomasse

Die Nutzung von Biomasse und biogenen Rest- und Abfallstoffen für energetische oder stoffliche Zwecke ist ein langjähriges ITAS-Forschungsfeld. Das Projekt *Systemanalyse (Technikfolgenabschätzung) zur Gaserzeugung aus Biomasse* (2002-2005, gefördert durch das Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg, Leitung Ludwig Leible) befasst sich mit Verfahrensaspekten und den Auswirkungen der Gaserzeugung aus Biomasse. Gaserzeugung und -nutzung können effiziente Verfahren zur Erschließung der verfügbaren Biomassepotenziale für eine energetische und chemische Nutzung sein; hierzu hat das Forschungszentrum Karlsruhe ein längerfristig angelegtes Vorhaben begonnen. Ziel des ITAS-Projektes ist es, dieses Vorhaben in sein technisches, ökonomisches und umweltrelevantes Umfeld einzuordnen. Hierzu werden die spezifischen Vor- und Nachteile des verfolgten Verfahrens der Gaserzeugung herausgearbeitet und konkurrierenden Alternativen der Biomassenutzung bzw. fossilen Referenztechnologien gegenübergestellt (<http://www.itas.zk.de/deu/projekt/leibo218.htm>). Einen speziellen Aspekt der Biomassenutzung verfolgt das Projekt *Biomasse-Mengenszenarien für die Produktion von Fischer-Tropsch-Kraftstoffen* (2004-2005, im Auftrag der DaimlerChrysler AG, Leitung Ludwig Leible). Die ganzjährig gesicherte Biomasseversorgung (Stroh, Heu, Silomais und Waldrestholz) von Syntheseanlagen zur Produktion von FT-Kraftstoffen wird in zwei Modellregionen Baden-Württembergs untersucht. Ein Schwerpunkt sind hierbei Abschätzungen zu den Kosten der Biomassebereitstellung (<http://www.itas.fzk.de/deu/projekt/leibo418.htm>).

Ausgehend von dem Problem, dass in Baden-Württemberg verstärkt Grünlandflächen nicht mehr für die Viehernahrung benötigt werden, überprüft das Projekt *Energie aus dem Grünland – eine nachhaltige Entwicklung?* (2003-2006, finanziert durch das Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg, Leitung Christine Rösch) die Möglichkeiten einer energetischen Nutzung des überschüssigen Grünlandaufwuchses. Aufbauend auf einer Bestimmung der überschüssigen Grünlandflächen und ihrer Energiepotenziale werden die technischen, ökonomischen und ökologischen Kenngrößen für Verfah-

ren zur Energiegewinnung ermittelt und auf Basis des integrativen Konzepts nachhaltiger Entwicklung beurteilt. Die hierbei gewonnenen Ergebnisse werden in ausgewählten Gebieten in Zusammenarbeit mit den lokalen und regionalen Akteuren überprüft. Ziel ist die Erarbeitung von Orientierungs- und Entscheidungswissen für eine nachhaltige Entwicklung des Grünlandes in Baden-Württemberg (<http://www.itas.fzk.de/deu/projekt/roes0343.htm>).

Abfallwirtschaft und nachhaltige Entwicklung

Die gegenwärtigen Abfallströme stellen sowohl aufgrund ihrer Gesamtmenge als auch ihrer stofflichen Risiken ein erhebliches Nachhaltigkeitsproblem dar. Trotz bekannter Umweltprobleme werden in Industrie- und Konsumgütern noch immer Schwermetalle wie beispielsweise Cadmium eingesetzt, die eine besondere Behandlung der entstehenden Abfälle erforderlich machen. Ziel des Projekts *Untersuchung der Verteilung ausgewählter Schwermetalle bei Abfallentsorgungsmaßnahmen als Voraussetzung für eine stoffstromorientierte Abfallwirtschaft* (2003-2005, Leitung Klaus-Rainer Bräutigam) ist es, aufzuzeigen, ob und in welchen Bereichen (Produktion, Nutzung, Entsorgung schwermetallhaltiger Produkte) unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten Handlungsbedarf besteht (<http://www.itas.fzk.de/deu/projekt/braeo314b.htm>).

Ziel des Vorhabens *Abfallwirtschaft und nachhaltige Entwicklung* (2005-2007, Leitung Nicola Hartlieb) ist es, die Abfallströme in Deutschland insgesamt in ihrer Entstehung sowie in ihrer Zusammensetzung zu betrachten, abfallwirtschaftliche Optionen zu analysieren und eine Bewertung unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten durchzuführen. Basierend auf dem integrativen Konzept nachhaltiger Entwicklung werden Handlungsleitlinien für eine am Nachhaltigkeitsleitbild orientierte Abfallwirtschaft erarbeitet und durch geeignete Indikatoren konkretisiert (<http://www.itas.fzk.de/deu/projekt/harto514.htm>).

Nachhaltigkeit in gesellschaftlichen Aktivitätsfeldern

Die Arbeiten zu dem Projekt *Zukunftsfähiges Wohnen und Bauen: Probleme, Defizite, Optionen* (2002-2004, Leitung Juliane Jörissen) stehen kurz vor dem Abschluss (<http://www.itas.fzk.de/deu/projekt/joero227.htm>). Viele Probleme in diesem Bereich sind in Deutschland und darüber hinaus nach wie vor ungelöst (z. B. Flächenverbrauch, Bodenversiegelung, Beschäftigungskrise der Bauwirtschaft, unzureichende Wohnungsversorgung bestimmter Bevölkerungsgruppen trotz wachsender Leerstände, sozialräumliche Polarisierung in Städten). Ziel des

Projekts ist neben einer systematischen Defizitanalyse unter Nachhaltigkeitsaspekten die Diskussion von Strategien zu einer nachhaltigeren Entwicklung (z. B. verstärkte Innenentwicklung, Verbesserung städtischer Lebensbedingungen und Umlenkung der Investitionen vom Neubau in den Bestand). Ausgangspunkt des Projekts *Nachhaltigkeit integrativ betrachtet: Freizeit und Tourismus in Deutschland* (2003-2005, Leitung Sigrid Klein-Vielhauer) sind Freizeitaktivitäten und Übernachtungen von Deutschen und ausländischen Gästen außerhalb ihrer gewohnten Umgebung einschließlich der damit verbundenen Benutzung von Fortbewegungsmitteln.

Nachhaltigkeit als globale Herausforderung

Das Vorhaben *Nachhaltige Entwicklung und Megacities* (2004-2007, Leitung Helmut Lehn) zielt darauf ab, in Kooperation mit anderen Einrichtungen der HGF Werkzeuge zu entwickeln, um den Prozess der Verstädterung im Sinn einer global nachhaltigen Entwicklung zu gestalten. Im Mittelpunkt steht die Anwendung des integrativen Konzeptes nachhaltiger Entwicklung auf die speziellen Rahmenbedingungen von Megacities, vorwiegend in Entwicklungs- und Schwellenländern. Nach der Entwicklung angepasster Kriterien und Indikatoren erfolgen die Identifizierung und Bewertung wesentlicher Nachhaltigkeitsdefizite und die Entwicklung geeigneter Strategien zur Reduzierung bzw. Beseitigung dieser Defizite (<http://www.itas.fzk.de/deu/projekt/lehno427m.htm>). Das von der Universität Karlsruhe koordinierte Verbundprojekt *Integriertes Wasserressourcen-Management (IWRM) für die Zielregion Mittel-Java in Indonesien* (2004-2005, Förderung durch das BMBF, Leitung Helmut Lehn) zielt auf eine integrierte Konzeption für ein Wasserressourcenmanagement für die Karstgebiete an der Südküste Mittel-Javas. Die Arbeitsschwerpunkte von ITAS hierbei umfassen die Analyse der gegenwärtigen wirtschaftlichen und sozialen Situation sowie der aktuellen Trinkwasserversorgungslage im Projektgebiet, die Erstellung eines grundlegenden Anforderungsprofils, den Entwurf und die Bewertung alternativer Szenarien zur Wasserbereitstellung und Abwasser- und Abfallbehandlung durch eine umfassende Kosten-Nutzenanalyse sowie die Forschung zur gesellschaftlichen Akzeptanz der zum Einsatz vorgesehenen Technologien (<http://www.itas.fzk.de/deu/projekt/lehno427j.htm>).

Laufende Dissertationen

- Marc Dusseldorp: Zielkonflikte im integrativen Konzept nachhaltiger Entwicklung der HGF – Auftreten und Lösungsmöglichkeiten am Beispiel der nationalen Bioenergieziele Deutschlands (2004-2007). Betreuung: Dr. Christine Rösch, Jürgen Kopfmüller (ITAS); Prof. Dr. Manfred Meurer (Universität Karlsruhe)
- Gunnar Kappler: GIS-gestützte Analyse zur Erschließung des energetisch nutzbaren Potenzials von Waldrestholz, Getreidestroh und Landschaftspflegegut in Baden-Württemberg – am Beispiel der Gaserzeugung (2003-2006). Betreuung: Dr. Ludwig Leible (ITAS); Prof. Dr. Barbara Koch (Universität Freiburg)
- Stephan Lange: Systemanalyse zur Gaserzeugung aus Stroh und Waldrestholz bei vorgeschalteter Pyrolyse (2002-2005). Betreuung: Dr. Ludwig Leible (ITAS); Prof. Dr.-Ing. Rainer Reimert (Universität Karlsruhe)
- Oliver Parodi: Massivwasserbau und Naturnaher Wasserbau – Weltbilder. Nachhaltigkeit. Ethik. (2002-2005). Betreuung: Prof. Dr. Gerhard Banse (Fraunhofer-Anwendungszentrum Logistiksystemplanung und Informationssysteme); Prof. Dr. Matthias Maring (Universität Karlsruhe)

4.1.2 Forschungsbereich Neue Technologien, Innovationsprozesse und Technikfolgen

Informations- und Kommunikationstechnologie

Das Ziel von FISTERA (*Thematic Network on Foresight on Information Society Technologies in the European Research Area*) ist es, Einsichten und Ergebnisse zu den Technologien der Informationsgesellschaft (IST) aus den verschiedenen nationalen Foresight-Projekten herauszuziehen, in systematischer Form zusammenzustellen und darüber hinaus auch die in diesem Bereich tätigen Akteure zusammenzubringen. Die spezielle Aufgabe von ITAS besteht darin, eine auf den IST-Bereich bezogene vergleichende Analyse der nationalen Foresight-Projekte, die in der erweiterten Europäischen Union (EU 25) und wichtigen außereuropäischen Ländern durchgeführt wurden, vorzunehmen. Michael Rader leitet den ITAS-Part dieses von der EU in den Jahren 2002 bis 2005 geförderten Projekts (<http://www.itas.fzk.de/deu/projekt/rade0333.htm>; <http://fistera.jrc.es/>).

Die Studie *Innovationsstrategien für neue Techniken und Dienste zur Erreichung einer „nachhaltigen Entwicklung“ im Verkehr* (2002-2005, Förderung durch das BMBF, Leitung Günter Halbritter) zielt auf eine vergleichende Analyse internationaler Erfahrungen mit dem Einsatz von Informations- und Kommuni-

kationstechniken und der darauf aufbauenden Dienste im Ballungsraumverkehr, um die Bedingungen für erfolgreiche Innovationsstrategien zu identifizieren und ihre Wirksamkeit und ihre Folgen im Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung zu untersuchen (<http://www.itas.fzk.de/deu/projekt/halbo223.htm>).

Kulturelle Faktoren in der technischen Entwicklung: „i-mode“ in Japan und Deutschland: Das Projekt analysiert die Entwicklung des Datendienstes „i-mode“ in Japan und Deutschland. „i-mode“ ist ein Datendienst für den Mobilfunk, der von NTT DoCoMo im Frühjahr 1999 eingeführt wurde und im Frühjahr 2004 über 40 Mio. Nutzer in Japan hatte. Durch Rekonstruktion der beispiellosen Erfolgsgeschichte wird versucht, Lehren für die weitere Entwicklung des deutschen und europäischen Mobilfunks zu ziehen. Schlüsselfaktoren für den japanischen Erfolg sind u. a. die Verwendung von Internet-Standards, der Wettbewerb in der Radioinfrastruktur sowie kulturelle Faktoren wie etwa eine starke Kundenorientierung. Arnd Weber ist Leiter dieses vom BMBF von 2002 bis 2005 geförderten Projekts (<http://www.itas.fzk.de/deu/projekt/webeo333c.htm>).

INDICARE – The Informed Dialogue about Consumer Acceptability of DRM Solutions in Europe: Das Projekt soll dazu beitragen, offene und kontroverse Fragen des Einsatzes von „Digital Rights Management“ (DRM) zu klären. DRM Systeme werden derzeit mit neuen Verwertungsmodellen vor allem beim Online-Vertrieb digitaler Produkte (etwa Musik, Videos, Textdokumente), eingesetzt. INDICARE versucht, diese Fragen aus der Perspektive von Konsumenten und kleineren Medienanbietern zu beleuchten und die unterschiedlichen Interessen aller beteiligten Akteure zu vermitteln. Dazu werden vielfältige Informations- und Dialogangebote, die wissenschaftliche Erkenntnisse verwenden, angeboten: Webseite, elektronisches Diskussionsforum, Online Zeitschrift (INDICARE Monitor), Workshops, Sachstandsberichte, Konsumentenbefragungen und Publikationen für spezifische Zielgruppen. ITAS hat das Projektkonzept entwickelt und koordiniert das Gesamtprojekt, an dem drei weitere Partner aus Europa mitwirken. Carsten Orwat leitet das von der EU von 2004 bis 2006 geförderte Projekt (<http://www.itas.fzk.de/deu/projekt/orwao433.htm>; <http://www.indicare.org>).

Sozio-ökonomische Herausforderungen des Grid Computings: In diesem Projekt werden organisatorische, wirtschaftliche, soziale und rechtliche Fragen des Grid Computing und der „e-science“ behandelt. Einen Schwerpunkt bildet die Erforschung geeigneter Governance-Strukturen und geeigneter Institutionen. Dabei stehen im Vordergrund Fragen des Zugangs, der Bereitstellung der Ressourcen und ihre Bewertung, der Allokation, Kompensation und Qualitätssicherung, der

Finanzierung und der intellektuelle Eigentumsrechte. Einen weiteren Schwerpunkt bildet die Abschätzung der Folgen der Verbreitung des Grid Computing auf Strukturen, Funktionsweisen und Ergebnisse des Wissenschaftssystems, unter anderem der grid-basierten Simulationen. Carsten Orwat leitet dieses Projekt seit 2004 (<http://www.itas.fzk.de/deu/projekt/orwao433g.htm>).

Das Projekt *Intelligent Cities (IntelCities; 2004-2005*, Leitung Krassimira Paskaleva Shapira) ist ein integriertes F&E-Projekt, das über das 6. EU-Rahmenprogramm im Rahmen des Information Society Technologies-Programms gefördert wird. In dem Projekt werden 18 Städte mit 20 IKT-Unternehmen, einschließlich Nokia, Microsoft und CISCO, sowie 36 Forschungsgruppen an einen Tisch gebracht, um innovatives Wissen und Erfahrungen mit elektronischer Verwaltung, Planungssystemen und Bürgerbeteiligung aus ganz Europa zusammenzuführen. Koordinator des Projekts ist die Stadt Manchester (UK). Ziel des Projektes „IntelCities“ ist die Entwicklung von interoperablen e-Government-Diensten, die sowohl den Bedürfnissen der Bürger als auch der Wirtschaft gerecht werden (http://www.itas.fzk.de/eng/projects/pasko446_e.htm).

Nanotechnologie und Converging Technologies

Im Zentrum der gegenwärtigen Arbeiten der Projektgruppe *Technikfolgenabschätzungen zur Nanotechnologie* (Leitung Torsten Fleischer) stehen drei Vorhaben: Im Rahmen einer internen Aktivität des Forschungszentrums Karlsruhe wird getestet, inwieweit die an Roadmapping-Verfahren angelehnten konzeptionellen Ideen für eine strukturierte Verknüpfung von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten zur Nanotechnologie mit möglichen Anwendungsfeldern und Produktideen in der Praxis umsetzbar sind und für TA-Prozesse genutzt werden können. In einem weiteren Vorhaben werden das in aktuellen forschungspolitischen Programmen entstehende Paradigma „konvergierender Techniken“ (NBIC(ES)-convergence) hinterfragt, die Bedingungen seiner technischen Umsetzung und die Rolle von Nanotechnologie darin untersucht sowie eine eventuelle Umsetzung auf ethische und soziale Aspekte sowie Folgen für den Bedarf an wissenschaftlicher Forschung analysiert. Im Bereich von neuen Nanomaterialien (vor allem Nanopartikel) sind Fragen des sicheren Umgangs mit ihnen sowie der Regulierung und des Managements von Risiken wie auch der Risikopolitik zu beantworten. Alle Vorhaben gehen einher mit der Fortführung von grundlegenden Arbeiten zur Technikfolgenabschätzung, zu ethischen Fragen sowie zur Rolle von Leitbildern

und Visionen in Bezug auf Nanotechnologie (<http://www.itas.fzk.de/deu/projekt/flei0350.htm>).

Neue Materialien

Faserverstärkte Verbundwerkstoffe (CFK) gewinnen als Leichtbaumaterialien in unterschiedlichen Anwendungsfeldern immer mehr an Bedeutung. Das Projekt *Systemanalytische Untersuchungen zu carbonfaserverstärkten Kunststoffen* hat zwei Zielsetzungen: (1) Systemanalytische Untersuchung zur Herstellung, zum Einsatz und zur Entsorgung von CFK. Neben dem Material- und Energieeinsatz bei der Herstellung der Ausgangsmaterialien sowie von CFK-Bauteilen wird die derzeitige nationale und globale Marktsituation aufgezeigt. Dies schließt auch die Analyse der Chancen, Potenziale und Risiken bei der Verwendung von CFK mit ein (2005-2007, Leitung Klaus-Rainer Bräutigam) (<http://www.itas.fzk.de/deu/projekt/brae0414.htm>). (2) Systemanalytische Untersuchung der im Institut für Hochleistungsimpuls- und Mikrowellentechnik (IHM) des Forschungszentrums Karlsruhe entwickelten Mikrowellentechnik zur Herstellung von CFK-Bauteilen. Wesentliche Aspekte dieser Untersuchungen sind Energieverbrauch, Verfahrensaufwand, Kosten, mögliche Einsatzfelder der Mikrowellentechnik und deren Marktchancen (2004-2006, Leitung Matthias Achternbosch) (<http://www.itas.fzk.de/deu/projekt/achto314.htm>).

4.1.3 Forschungsbereich Wissensgesellschaft, Wissensordnung und Wissenspolitik

Arbeit in der Wissensgesellschaft

Im Projekt *Work Organisation and Restructuring in the Knowledge Society (WORKS; 2005-2009, EU-Förderung, Leitung Bettina-Johanna Krings)* wird die Frage untersucht, inwieweit technologische, politische und sozio-kulturelle Einflüsse die Organisationsstruktur der Erwerbsarbeit verändern. Der Fokus liegt hierbei auf den sozialen Wissens- und Lernprozessen, die aus diesen Veränderungen hervorgehen und ihrerseits Einfluss auf zukünftige Entwicklungen der Erwerbsarbeit nehmen. Dabei geht es um die Integration neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Arbeitsprozesse ausgewählter Branchen und Sektoren, die Auswertung, Verbesserung und Erweiterung des nationalen und europäischen Datenmaterials zur Arbeitsmarktsituation durch Methoden des Benchmarking, Best Practice-Analysen, Entwicklung einer Roadmap, die Auswertung und Über-

prüfung der wissenschaftlichen Erkenntnisse zum Wandel der Erwerbsarbeit in der Wechselbeziehung zur individuellen Lebensqualität sowie um institutionelle Arrangements der Arbeitsorganisation im internationalen Vergleich.

Governance of Cultural Tourism: Innovative policy research

Das Projekt *Pro-active management of the Impact of Cultural Tourism upon Urban Resources and Economies* (PICTURE; 2004-2006, EU-Förderung, Leitung Krassimira Paskaleva-Shapira) ist eine multidisziplinäre Forschungsinitiative von Wissenschaftlern, Städten sowie Kultur- und Tourismusorganisationen in zehn Ländern, die auf die Entwicklung strategischer Governance-Richtlinien für eine nachhaltige Verwaltung des Kulturtourismus in europäischen Städten ausgerichtet ist. Das Ziel dieses Projekts ist es, langfristige strategische EU-Politik im Bereich Governance, Nachhaltigkeit, integrierte Stadtentwicklung und Denkmalschutz zu verbessern. ITAS ist verantwortlich für die Leitung der Arbeiten zur Entwicklung innovativer Governance-Stile und Strategien für eine integrierte Verwaltung des Kulturtourismus in Städten (<http://www.picture-project.com>).

Wissenspolitik

Das Projekt *Wissenspolitik – ein neues Politikfeld* (2004-2006, Leitung Gotthard Bechmann) widmet sich neuen Aspekten im Verhältnis von Wissenschaft, Politik und Gesellschaft. Ziel ist die Erforschung einer sich herausbildenden Wissenspolitik. Am Beispiel der Debatte um die sozialen Folgen der genetischen Diagnostik zum einen und der Nanotechnologie zum anderen soll versucht werden, die neue Form des Wissens als „knowledge in action“ dazustellen, um so die veränderten Anwendungsbedingungen sowohl normativer als auch institutioneller Art zu erfassen. Dabei werden Akteure und Strategien der neuen Wissenspolitik untersucht, systematisiert und auf ihre Regelungsmodelle erforscht. Durch eine Analyse der Struktur und Funktion der Experten im System der Wissensproduktion und Wissensverteilung können Wissensregime für eine demokratische Gesellschaft bewertet werden. In diesem Zusammenhang bringt das Projekt *Institutionalisation of Ethics in Science Policy – Practices and Impact* (INES; 2004-2006, gefördert durch die Europäische Kommission, Leitung Leonhard Hennen) eine Gruppe europäischer Experten auf den Gebieten der Wissenschafts- und Technikethik sowie der Wissenschafts- und Technologiepolitik zusammen, um die verschiedenen Formen der Integration ethischer Beratung in politische Entscheidungsstrukturen vergleichend zu untersuchen.

Zukunftsperspektiven der Technikfolgenabschätzung

Im Projekt *Zukunftsperspektiven der Technikfolgenabschätzung* (2004-2006, Leitung Armin Grunwald) steht die Frage im Mittelpunkt, wie Technikfolgenabschätzung (TA) auf markante gesellschaftliche Veränderungen reagieren kann. Übergreifende Entwicklungen wie die Globalisierung und die Entwicklung zu einer Netzwerkgesellschaft sind dabei in mehrfacher Weise zu beachten. Zum einen haben sie Auswirkungen auf die Technikentwicklung, zum anderen verändern sie die politischen oder gesellschaftlichen Möglichkeiten der Technikgestaltung; und schließlich verändern sie dadurch auch die Bedingungen, unter denen institutionalisierte TA erfolgreich betrieben werden kann. Es wird, aufbauend auf einer kritischen Bestandsaufnahme vorliegender TA-Konzeptionen, ein Programm zukünftiger TA entwickelt, das den genannten gesellschaftlichen Tendenzen Rechnung trägt (<http://www.itas.fzk.de/deu/projekt/gruno432z.htm>).

Laufende Dissertationen

Martin Bechmann: Soziale und kulturelle Strukturen neuer Berufsfelder in der Informationsgesellschaft. Informatikfachkräfte und gesellschaftlicher Wandel der Arbeit (2002-2005). Betreuung: Gotthard Bechmann (ITAS); Prof. Dr. Jost Halfmann (Technische Universität Dresden)

Robert Hauser: Identität und Gemeinschaft in der netzbasierten Kommunikation – Eine Vergleichsanalyse unter kulturellen Aspekten (2004-2007). Betreuung: Gotthard Bechmann (ITAS); Prof. Dr. Gerhard Banse (Fraunhofer-Anwendungszentrum Logistiksystemplanung und Informationssysteme)

Matthias Werner: E-Government und Verwaltungshandeln. Auswirkungen der Informatisierung und Vernetzung der Verwaltung auf Prozesse kommunalen Planens und Entscheidens (2002-2005). Betreuung: Gotthard Bechmann (ITAS); Prof. Dr. Frank Nullmeier (Universität Bremen)

4.2 Konferenzen, Tagungen und Workshops

Mitigation and Adaptation in Climate Change: Toward a Mutual Agenda, Essen, 15. - 16. Mai 2003

The facts and the ideas that gave rise to the Essen workshop were based on the supposition (1) that climate change is not so much an environmental set of issues that have a social component but is a societal, economic and cultural problem that has an environmental constituent, (2) that the discussions of mitigation of climate

change and, more recently, adaptation to climate change share a common premise and (3) the fact that efforts to reduce the global emissions of greenhouse gases have not been very successful. The workshop on adaptation and mitigation has made a first concerted effort to reduce some of the deficits that exist in scholarly reflections on adaptation issues and advance our understanding of a future adaptation research agenda.

*Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland,
Abschlussstagung, Berlin, 26. - 27. Mai 2003*

Das Verbundprojekt „Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland“ der Helmholtz-Gemeinschaft – die Federführung lag beim ITAS – wurde Ende 2002 abgeschlossen; die Ergebnisse sind in mehreren Bänden der Reihe „Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland“ bei der edition sigma publiziert. Am 26. und 27. Mai fand in Berlin eine Abschluss-tagung im Rahmen des Projektes statt, auf der sowohl der konzeptionelle Ansatz als auch die Ergebnisse für die Situation in Deutschland vor über 100 Teilnehmern aus Wissenschaft, Politik und Wirtschaft vorgestellt wurden. Für den Abendvortrag konnte *Volker Hauff* gewonnen werden, der Vorsitzenden des Rates für Nachhaltige Entwicklung (vgl. den Tagungsbericht von Achim Daschkeit in der „Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis Nr. 2, 12. Jg., Juni 2003).

*Vom Wissen zum Handeln? Die Forschung zum Globalen Wandel und ihre
Umsetzung, Berlin, 3. - 4. Juli 2003*

Diese Tagung wurde von ITAS in Zusammenarbeit mit der Akademie für Technikfolgenabschätzung, Stuttgart, und der Europäischen Akademie Bad Neuenahr-Ahrweiler organisiert. Sie war die dritte in einer Reihe, die von den genannten Einrichtungen durchgeführt wurden, jeweils gefördert durch das BMBF. Auf dieser Konferenz – mit wiederum weit mehr als 100 Teilnehmern – war das Schwerpunktthema die Frage der handlungsorientierten Umsetzung bzw. Umsetzungsmöglichkeiten der Global Change-Forschung – und damit auch die Grenze zwischen Wissenschaft und Politik bis hin zu der Frage, nach welchen Kriterien die Global Change-Forschung angemessen beurteilt werden könnte. Als inhaltlicher Fokus diente zumeist die Klimaforschung. Die Vorträge der Tagung (vgl. den Tagungsbericht von Achim Daschkeit (2003) in Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis Jg. 12., H 3/4) sind als BMBF-Broschüre unter dem gleichen Titel im Jahre 2004 erschienen.

Polnisch-deutsche Wissenschaftskooperation zur nachhaltigen Entwicklung, Katowice, Polen, 13. - 15. Oktober 2003

Dieser Workshop stellte ein Ergebnis der langjährigen Kooperationsbeziehungen des ITAS zur Schlesischen Universität Katowice dar. Besonderes Anliegen war, durch schon existierende und durch neu zu knüpfende Beziehungen zu einer besseren Nutzung der Möglichkeiten einer wissenschaftlich unterstützten politischen Umsetzung nachhaltiger Entwicklung beizutragen. Deshalb sollte ein Resultat die Bestimmung weiterer Möglichkeiten der Zusammenarbeit auf unterschiedlichen Ebenen bei der Förderung einer nachhaltigen Entwicklung in Polen und in Deutschland sein. Die Vorträge und einige Beiträge der Diskussionsteilnehmer wurden in deutscher und in polnischer Sprache als Band 10a und 10b in der Reihe „Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland“ bei der edition sigma publiziert (vgl. den Tagungsbericht von Gerhard Banse (2003) in Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis Jg. 12, H. 3/4).

NanoVision – Materialwissenschaftler, Toxikologen und Technikforscher suchen gemeinsame Fragestellungen und offene Forschungsthemen, Karlsruhe, 8. Dezember 2003

Wegen vermuteter Gesundheits- und Umweltrisiken sind Nanopartikel in letzter Zeit in das Zentrum der Debatte über die Risiken der Nanotechnologie gerückt. Vor diesem Hintergrund veranstaltete das Netzwerk „NanoMat“ zusammen mit dem ITAS am 8. Dezember 2003 den Workshop „NanoVision“. Ziel war es, Forscher aus den genannten drei Disziplinen zusammenzubringen, um sich gegenseitig über den Wissensstand zu diesem Thema zu informieren und gemeinsam relevante interdisziplinäre Forschungsfragen zu identifizieren (vgl. den Tagungsbericht von Ulrich Fiedeler et al. (2004) in Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis Jg. 13, H. 1).

Auf dem Weg zu interdisziplinären Methodologien, Karlsruhe, 24. - 25. Juni 2004

Auf diesem Workshop – Veranstalter waren das Zentrum für Interdisziplinäre Technikforschung an der TU Darmstadt (ZIT) und das ITAS – standen die wissenschaftstheoretisch und wissenschaftssoziologisch, aber auch in praktischer Hinsicht interessierenden Fragen der Methodologie interdisziplinärer Forschung und ihrer Konsequenzen für die Definition von Qualitätsmerkmalen im Mittelpunkt. Ziel war es zu erkunden, inwieweit das Thema der in inter- und transdisziplinärer Forschung verwendeten Methoden und Verfahren einer eigenen Methodologie be-

darf oder wenigstens eine solche zulässt. Die Vorträge sind als Schwerpunktthema der Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis im Heft 2 des Jahrgangs 14 (2005) publiziert (vgl. auch den Tagungsbericht von Armin Grunwald und Jan C. Schmidt (2004) in der Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis Nr. 3, 13. Jg.).

*Scientific and Technological Changes in Historical Perspective,
Moskau, Russland, 14. - 15. Oktober 2004*

Diese dritte STS- Konferenz (studies in the field of science, technology and society) besaß die Schwerpunkte (1) Wissens- und Technikpolitik im Kontext von Nachhaltigkeit und transdisziplinärer Forschung und (2) Probleme der STS-Forschung: Ethik und Akzeptanz in der Technikforschung. Zum Abschluss der Tagung fand ein halbtägiges Symposium des wissenschaftlichen Nachwuchses statt, auf dem vornehmlich Teilnehmer des deutsch-russischen Kollegs ihre Arbeiten vorstellten, die sie während ihres Aufenthalts an der Technischen Universität Karlsruhe angefertigt hatten. Die Schwerpunkte lagen bei vergleichenden Untersuchungen der Umweltpolitik in Russland und Deutschland und auf Problem der Entwicklung und Institutionalisierung von Ingenieur- und Technikethik.

*Das integrative Konzept nachhaltiger Entwicklung in der Praxis,
Karlsruhe, 18. - 19. Oktober 2004*

Der wesentliche Anlass für diese Veranstaltung bestand darin, dass das im Rahmen eines HGF-Verbundprojekts federführend von ITAS entwickelte integrative Konzept nachhaltiger Entwicklung mittlerweile in einigen Projekten von Forschungsgruppen innerhalb und außerhalb der HGF zur Anwendung kommt. Der Workshop bildete zum einen das Forum für den Austausch bisheriger forschungspraktischer Erfahrungen mit dem Konzept, zum anderen wurde über die in ITAS bereits praktizierten bzw. angedachten hinaus mögliche weitere Anwendungsfelder des Konzepts für ITAS vorgestellt und diskutiert. Die Ergebnisse der Veranstaltung werden im Rahmen der Nachhaltigkeits-Buchreihe bei edition sigma veröffentlicht.

Zur Endlagerung radioaktiver Abfälle in Deutschland: Perspektiven für eine sozialwissenschaftliche Begleitforschung, Karlsruhe, 28. - 29. Oktober 2004

Fragen zum Profil einer zukünftigen sozialwissenschaftlichen Endlagerforschung standen im Mittelpunkt eines zweitägigen interdisziplinären Workshops, den

ITAS am 28. und 29. Oktober 2004 in Karlsruhe veranstaltete. Diskutiert wurden Chancen und Risiken deliberativer Politik, die in der deutschen Entsorgungsdebatte der letzten Jahre eine besondere Rolle spielten, sowie der Stand der natur- und ingenieurwissenschaftlichen Endlager-Forschung. Dies geschah in den Themenblöcken „Endlager-Politik in Deutschland“, „Stand der natur- und ingenieurwissenschaftlichen Endlagerforschung“, „Kontextstrukturen der Endlager-Debatte“ und „Chancen und Risiken einer problemorientierten sozialwissenschaftlichen Endlagerforschung“. Die Ergebnisse des Workshops werden im zweiten Halbjahr 2005 in Form eines Tagungsbandes in der edition sigma veröffentlicht.

*Technik in einer fragilen Welt – Perspektiven der Technikfolgenabschätzung,
Berlin, 24. - 26. November 2004*

Diese erste deutsche TA-Konferenz wurde veranstaltet vom ITAS in Kooperation mit den Universitäten Bielefeld (Prof. Alfons Bora) und Stuttgart (Prof. Ortwin Renn), mit Unterstützung des BMBF. Die Ausgangsdiagnose der Konferenz war, dass die Welt heute als hoch differenziert, aber auch als fragil und zerbrechlich (Nico Stehr) wahrgenommen wird. Angesichts vieler Diskussionen um neue Formen politischer „Governance“ in der „fragilen Welt“ steigen die Erwartungen an Technikfolgenabschätzung, Technikbewertung und benachbarte Felder, durch Politikberatung und Begleitung gesellschaftlicher Diskurse zur Meinungsbildung und Entscheidungsfindung in Zukunftsfragen aktiv beizutragen. Die fachlichen Teile waren entlang den Sektionen (1) Fragilität des Individuums, (2) Fragilität der Gesellschaft und (3) Technikgestaltung in einer fragilen Welt strukturiert. In einer Postersession bekam vor allem der wissenschaftliche Nachwuchs die Gelegenheit zur Darstellung eigener Forschungsergebnisse. Vor der Konferenz war das „Netzwerk TA“ als Zusammenschluss der deutschsprachigen „TA-Community“ gegründet worden. So war diese Konferenz auch die erste Konferenz des Netzwerks TA. Die Resonanz auf Konferenz und Netzwerkgründung übertraf die kühnsten Erwartungen. Mit ca. 150 Teilnehmern nahmen fast doppelt so viele teil wie erwartet. Diesem in Zahlen ausgedrücktem Interesse entsprach eine hoch motivierte Stimmung, die sich von der Netzwerkgründung bis zum Abschlussplenum durchhielt. Die Vorträge der Konferenz werden im Herbst 2005 in der edition sigma veröffentlicht.

NanoRisk und NanoVision II, Karlsruhe, 8. - 9. Dezember 2004

Im Spannungsfeld zwischen natur- und ingenieurwissenschaftlicher Professionalität und Unsicherheiten technologischer Risiken bewegte sich die Veranstaltung „Risk Perception and Risk Communication in the Field of Nanotechnology“ am 8. Dezember 2004. Unter dem Titel „Maßgeschneiderte Partikel am Arbeitsplatz – Emission, Immission, Exposition“ widmete sich die Veranstaltung des nächsten Tages dem Thema der Toxizität von Nanopartikeln. Sie wurde im Rahmen der Veranstaltungsreihe NanoVision von dem *Netzwerk Nanomaterialien* (NanoMat) zusammen mit dem ITAS und dem Institut für Toxikologie und Genetik (ITG) des Forschungszentrums Karlsruhe organisiert (vgl. den Tagungsbericht von Ulrich Fiedeler (2005) in *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* Nr. 1, 14. Jg.).

4.3 ITAS-Kolloquien

Prof. Dr. Frieder Meyer-Krahmer, Fraunhofer-ISI Karlsruhe: „Lead Märkte: Ein neuer Ansatz für die Technologie- und Innovationspolitik“ (10.02.2003)

Prof. Dr. John Grin, Universität Amsterdam: „Participatory Technology Assessment“ (14.02.2003)

Dr. Rainer Griebhammer, Öko-Institut e. V. Freiburg: „Von der Ökobilanz zur (Produkt-)Nachhaltigkeitsbewertung“ (10.03.2003)

Prof. Dr. Marion Nestle, New York University: „The Politics of Safe Food: Biotechnology and Bioterrorism“ (14.04.2003)

Prof. Dr. Gerhard Vowe, Technische Universität Ilmenau: „Veränderung der politischen Kommunikation durch das Internet“ (28.04.2003)

Prof. Dr. Herbert Gottweis, Universität Wien: „Über das Regieren von Risiko und Unsicherheit: eine diskursanalytische Perspektive“ (09.05.2003)

Dr. Raimund Bleischwitz, Wuppertal Institut: „Innovationen durch Institutionen. Das unterschätzte Nachhaltigkeitspotenzial des Rechts im Verbund mit ökonomischen Anreizen“ (12.05.2003)

Dr. Eva M. Neumann-Held, Universität Marburg: „Der determinierte Mensch – Ein Problem? Kritische Überlegungen zur genetischen und neurobiologischen Bestimmung des Menschen“ (16.06.2003)

Prof. Dr. Bernard Reber, Institut de Recherche sur les Sociétés Contemporaines (IRESCO), Paris: „Ethic in Participatory Technology Assessment“ (21.07.2003)

Prof. Dr. Frank Fischer, Rutgers University (USA): „Citizen Participation and the Problem of Expertise: Resituating Knowledge in Practical Reason“ (21.07.2003)

Rechtsref. Gotthard Bechmann/Dipl.-Soz. Fritz Gloede, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) im Forschungszentrum Karlsruhe: „Innovations- und Technikanalysen (ITA) – von der Folgenanalyse zur Innovationsbeschleunigung?“ (03.11.2003)

Prof. Dr. Armin Grunwald, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) im Forschungszentrum Karlsruhe: „Die Rolle der Systemanalyse in der HGF“ (13.11.2003)

Dr. Gerd Hanekamp, Europäische Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH: „Nachhaltigkeit, Energie, Innovation“ (24.11.2003)

Prof. Dr. Ortwin Renn, Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg, Stuttgart: „Modelle der Politikberatung: Zur Orientierungs- und Legitimationsfunktion der Wissenschaft“ (08.12.2003)

Dipl.-Psych. Bernd Wingert, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) im Forschungszentrum Karlsruhe: „Mythen, Leitbilder, Visionen – als Gegenstände von TA (und als Analyseschemata?)“ (15.12.2003)

M. A. Michael Haas, Japanzentrum LMU München und Department für Betriebswirtschaftslehre der LMU: „Die Bedeutung strategischer Allianzen für den Erfolg des mobilen Internets in Japan“ (09.02.2004)

Dr. Franc Grimm, Technologiezentrum Lübeck: „Modellgestütztes Expertensystem für TA“ (07.04.2004)

Prof. Dr. Alfred Nordmann, Technische Universität Darmstadt: „Die technische und gesellschaftliche Einbettung neuer Technologien am Beispiel der Nano- und Mikrotechnik“ (24.05.2004)

Prof. Dr. Regine Kollok, Universität Hamburg: „Zu Verhältnis von Ethik und Technikfolgenabschätzung: Eine Herausforderung für Theorie und Praxis“ (19.07.2004)

Prof. Dr. Peter Janich, Philipps-Universität Marburg: „Information, Kommunikation, Wissen“ (13.09.2004)

Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Helmut Rechberger, TU Wien (Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft): „Zielvorgaben an die Abfallwirtschaft abgeleitet aus dem Konzept des Regionalen Stoffhaushalts“ (08.11.2004)

4.4 Gastwissenschaftler

Prof. Dr. Andrzej Kiepas, Leiter des Lehrstuhls Philosophische Probleme heutiger Zivilisation am Institut für Philosophie und Direktor der Schlesischen Universität Katowice, Polen, war vom 06.01.2003 bis zum 03.02.2003 Gastwissenschaftler am ITAS. Arbeitsgebiete: Technikphilosophie in Verbindung mit der Philosophischen Anthropologie, insbesondere der Wissenschafts- und Technikethik.

Prof. Dr. Frank Fischer, Professor II (Distinguished University Professor) of Political Science, Rutgers University, Newark and New Brunswick, New Jersey, USA, war vom 20.01.2003 bis zum 31.08.2003 Gastwissenschaftler am ITAS.

Dr. Krzysztof Michalski, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Sozialwissenschaften der Technischen Hochschule Rzeszów, Polen, war vom 01.02.2004 bis zum 29.02.2004 Gastwissenschaftler am ITAS. Schwerpunkte in der Forschung: praktische Philosophie, Technik- und Umweltethik, Methodologie evaluativer Forschung. Aktivitäten im Zusammenhang mit dem Forschungsaufenthalt im ITAS: „Normativität der Technikfolgenabschätzung in der Praxis. Relevanz ethischer Bewertungskriterien – Studium der Methodik konkreter TA-Projekte“.

Edith Besson, studierte sowohl in Frankreich als auch in London Sozial- und Politikwissenschaften, ist vom 01.07.2004 bis zum 30.06.2005 Gastwissenschaftlerin (Stipendiatin) am ITAS. Aktivitäten im Zusammenhang mit dem Forschungsaufenthalt im ITAS: wissenschaftliche Arbeiten innerhalb des EU-Projektes „PICTURE“.

4.5 Lehrveranstaltungen

Banse, Gerhard

- Wissenschaftstheorie der Ingenieurwissenschaften. Brandenburgische Technische Universität Cottbus, WS 2002/2003, SS 2004

- Risiko in Technik und technischem Handeln. Brandenburgische Technische Universität Cottbus, WS 2003/2004
- Einführung in die Allgemeine Technologie. Brandenburgische Technische Universität Cottbus, SS 2003
- Einführung in die Technikethik. Matej Bel-Universität Banská Bystrica (Slowakische Republik), SS 2003
- Einführung in die Medienethik I. Matej Bel-Universität Banská Bystrica (Slowakische Republik), WS 2004
- Einführung in die Medienethik II. Matej Bel-Universität Banská Bystrica (Slowakische Republik), WS 2004

Decker, Michael

- Vorlesung „Technikfolgenabschätzung“. Fachhochschule Koblenz, WS 2003/2004, WS 2004/2005

Grunwald, Armin

- Einführung in die Technikfolgenabschätzung. Universität Freiburg. Fakultät für Angewandte Wissenschaften, WS 2002/2003, WS 2003/2004, WS 2004/2005
- Seminar „Verantwortung in der Informationsgesellschaft“. Universität Freiburg, Fakultät für Angewandte Wissenschaften, SS 2003, SS 2004

Halbritter, Günter

- Umweltschutz, Umwelttechnik und Umweltrecht I und II. Fachhochschule Karlsruhe – Hochschule für Technik und Umwelt, Fachbereich Sozialwissenschaften, WS 2002/2003, SS 2003, WS 2004/2005

Lehn, Helmut

- Seminar „Nachhaltiges Ressourcenmanagement als ethische Herausforderung“. Universität Heidelberg, Geographisches Institut, WS 2004/2005

Stehr, Nico

- Wissensmanagement. Zeppelin University Friedrichshafen, SS 2004
- Einführung in die Kulturwissenschaften. Zeppelin University Friedrichshafen, WS 2004/2005

Stelzer, Volker

- Bewertungen im Umweltschutz. Rheinische Friedrich Wilhelms Universität Bonn, Geographisches Institut, WS 2002/2003

4.6 Mitgliedschaften

Gerhard Banse

- Honorarprofessor an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus
- Gastprofessor der Geisteswissenschaftlichen Fakultät der Matej Bel-Universität Banská Bystrica, Slowakische Republik
- Stellvertretender Leiter des Internationalen Zentrums für Nachhaltigkeit und Informationsgesellschaft an der Schlesischen Universität Katowice, Polen
- Mitglied der Leibniz-Sozietät, Berlin
- Mitglied der Bereichsvertretung „Technik und Bildung“ des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI), Düsseldorf
- Mitglied des Kollegiums der Europäischen Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH
- Mitglied des Redaktionsbeirats der Zeitschrift „Teorie vedy“ (Theorie der Wissenschaft), Prag, Tschechische Republik
- Mitglied des Redaktionsbeirats der Zeitschrift „Problemy Ekologii“ (Probleme der Ökologie), Myslowice, Polen

Gotthard Bechmann

- Stellvertretender Direktor am Institut „Angewandte Technikphilosophie und Technikfolgenforschung“ an der Lomonossov Universität Moskau (MGU)
- Mitglied der russischen Gesellschaft für Philosophie
- Mitglied in der European Association for the Study of Science and Technology (EASST)
- Mitglied der Sprechergruppe der Sektion Soziologie und Ökologie der deutschen Gesellschaft für Soziologie (DGS)
- Mitglied des Vorstandes der „Internationalen Akademie für Nachhaltige Entwicklungen und Technologien“ an der Technischen Universität Karlsruhe
- Mitglied im Beirat des deutsch-russischen Kollegs der Technischen Universität Karlsruhe
- Gutachter bei der VW-Stiftung
- Gutachter bei der Zeitschrift für Soziologie

Dietrich Brune

- Mitglied im Umweltausschuss des European Centre of Enterprises with Public Participation and of Enterprises of General Economic Interest (CEEP), Brüssel
- Mitglied im Advisory Forum on the Soil Thematic Strategy, European Commission, Directorate-General Environment
- Mitglied in der Arbeitsgemeinschaft Material- und Energieflussrechnung beim Statistischen Bundesamt, Wiesbaden

Reinhard Coenen

- Executive Secretary, International Association for Technological Assessment and Forecasting Institutions (IATAFI)
- Mitglied des Herausbergremiums der Zeitschrift „Research Policy“

Michael Decker

- Mitglied im Koordinationsteam des Netzwerks Technikfolgenabschätzung

Armin Grunwald

- Sprecher des Programms „Nachhaltige Entwicklung und Technik“ der Helmholtz-Gemeinschaft und Mitglied des Lenkungsausschusses „Erde und Umwelt“ der HGF
- Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat des Bereichs Systemforschung des Forschungszentrums Seibersdorf, Österreich
- Mitherausgeber der GAIA
- Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat der Zeitschrift „Systems Analysis Modelling Simulation“
- Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat der Zeitschrift „POIESIS & PRAXIS. International Journal of Science Ethics and Technology Assessment“
- Mitglied im Herausbergremium der Zeitschrift „DEVELOPMENT & PERSPECTIVES. An interdisciplinary journal for futurist studies and technology assessment“
- Mitglied des Kollegiums der Europäischen Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen, Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH
- Mitglied im Beirat des Netzwerks TA

Günter Halbritter

- Mitglied im Umweltbeirat der Evangelischen Landeskirche Baden
- Mitglied in der Jury „I2 – Intelligente Infrastruktur“ des österreichischen Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit)

Jürgen Kopfmüller

- Vorsitzender des Vorstands der Vereinigung Ökologische Ökonomie (VÖÖ)
- Mitglied des Beirats des BMBF-Projekts „PROSA“ des Öko-Instituts

Bettina-Johanna Krings

- Mitglied im „International Council of IET (innovacion et trabajo)“ des Research Centre on Enterprise and Work Innovation

Michael Rader

- Mitglied des Exekutivkomitees des European Science and Technology Observatory (ESTO)

Nico Stehr

- Karl Mannheim Professor für Kulturwissenschaften, Zeppelin University Friedrichshafen
- Herausgeber „Canadian Journal of Sociology“
- Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat der Zeitschrift „Sociological Practice“
- Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat der Zeitschrift „Social Epistemology“
- Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat der Zeitschrift „Climate Research“
- Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat der Zeitschrift „History, Culture and Archaeology: The Interdisciplinary Crossroad“
- Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat der Zeitschrift „European Journal for Social Science Research“

4.7 Publikationen

Die vollständige und aktuelle Liste der ITAS-Publikationen ist über die Homepage des Instituts ww.itas.fzk.de einsehbar.

4.7.1 Monografien und Sammelbände 2003

- Banse, G.; Wollgast, S. (Hrsg.): Philosophie und Wissenschaft in Vergangenheit und Gegenwart. Festschrift zum 70. Geburtstag von Herbert Hörz. Berlin: trafo 2003 (Abhandlungen der Leibniz-Sozietät, Bd. 13)
- Bechmann, G.; Hronszky, I. (Hrsg.): Expertise and its interfaces. The tense relationship of science and politics. Berlin: edition sigma 2003 (Gesellschaft – Technik – Umwelt, Neue Folge 4)
- Bechmann, G.; Krings, B.-J.; Rader, M. (Hrsg.): Across the divide. Work, organization and social exclusion in the european information society. Berlin: edition sigma 2003 (Gesellschaft – Technik – Umwelt, Neue Folge 3)
- Coenen, R.; Grunwald, A. (Hrsg.): Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland. Analyse und Lösungsstrategien. Berlin: edition sigma 2003 (Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland, Bd. 5)
- Grunwald, A. (Hrsg.): ITAS Jahrbuch 2001/2002. Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe 2003
- Grunwald, A. (Hrsg.): Technikgestaltung – zwischen Wunsch und Wirklichkeit. Berlin: Springer 2003
- Kopfmüller, J. (Hrsg.): Den globalen Wandel gestalten – Forschung und Politik für einen nachhaltigen globalen Wandel. Berlin: edition sigma 2003 (Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland, Bd. 6)
- Petermann, Th.; Coenen, Chr.; Grünwald, R.: Aufrüstung im All. Berlin: edition sigma 2003 (Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, Bd. 16)
- Revermann, Ch.: Risiko Mobilfunk. Wissenschaftlicher Diskurs, öffentliche Debatte und politische Rahmenbedingungen. Berlin: edition sigma 2003 (Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, Bd. 15)
- Revermann, Ch.; Petermann, Th.: Tourismus in Großschutzgebieten. Impulse für eine nachhaltige Regionalentwicklung. Berlin: edition sigma 2003 (Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, Bd. 13)
- Riehm, U.; Petermann, Th.; Orwat, C.; Coenen, Chr.; Revermann, Ch.; Scherz, C.; Wingert, B.: E-Commerce in Deutschland – Eine kritische Bestandsaufnahme zum elektronischen Handel. Berlin: edition sigma 2003 (Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, Bd. 14)
- Stehr, N. (Hrsg.): The governance of knowledge. New Brunswick, New Jersey: Transaction Books 2003

Stehr, N.: Wissenspolitik. Die Überwachung des Wissens. Frankfurt am Main: Suhrkamp 2003 (suhrkamp taschenbuch wissenschaft 1615)

4.7.2 Monografien und Sammelbände 2004

- Banse, G.; Reher, E.-O. (Hrsg.): Fortschritte bei der Herausbildung der allgemeinen Technologie. Symposium der Leibniz-Sozietät und des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse des Forschungszentrums Karlsruhe, am 14. Mai 2004 in Berlin. Berlin: trafo 2004 (Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, Bd. 75)
- Banse, G.; Ropohl, G. (Hrsg.): Wissenskonzepte für die Ingenieurpraxis. Technikwissenschaften zwischen Erkennen und Gestalten. Düsseldorf: VDI 2004 (Beruf und Gesellschaft, Report 35)
- Decker, M.; Ladikas, M. (Hrsg.): Bridges between science, society and policy. Technology assessment – Methods and impacts. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2004 (Wissenschaftsethik und Technikfolgenbeurteilung, Bd. 22)
- Hennen, L.; Sauter, A.: Begrenzte Auswahl? Praxis und Regulierung der Präimplantationsdiagnostik im Ländervergleich. Berlin: edition sigma 2004 (Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, Bd. 17)
- Meyer, R.: Der aufgeklärte Verbraucher – Verbesserungspotenziale der Kommunikation über Lebensmittel. Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag, Edition Agrar 2004 (Berichte des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag)
- Meyer, R.: Nahrungsmittelqualität der Zukunft – Handlungsfelder und Optionen. Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag, Edition Agrar 2004 (Berichte des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag)
- Meyer, R.; Sauter, A.: Entwicklungstendenzen bei Nahrungsmittelangebot und -nachfrage. Eine Basisanalyse. Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag, Edition Agrar 2004 (Berichte des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag)
- Paschen, H.; Coenen, Chr.; Fleischer, T.; Grünwald, R.; Oertel, D.; Revermann, Ch.: Nanotechnologie. Forschung, Entwicklung, Anwendung. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2004
- Sauter, A.; Meyer, R.: Regionalität von Nahrungsmitteln in Zeiten der Globalisierung. Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag, Edition Agrar 2004 (Berichte des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag)
- Stehr, N.: Biotechnology: Between commerce and civil society. New Brunswick, New Jersey: Transaction Books 2004

4.7.3 Aufsätze in Zeitschriften und Sammelbänden 2003

- Achternbosch, M.; Bräutigam, K.-R.; Hartlieb, N.; Kupsch, Chr.; Reßler, B.; Sardemann, G.; Richers, U.; Stemmermann, P.: Vorgehensweise und Probleme bei der Durchführung von Stoffstromanalysen. In: Grunwald, A. (Hrsg.): ITAS Jahrbuch 2001/2002. Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe 2003, S. 72-89
- Achternbosch, M.; Bräutigam, K.-R.; Hartlieb, N.; Kupsch, Chr.; Stemmermann, P.; Richers, U.: Untersuchung des Einflusses der Mitverbrennung von Abfällen in Zementwerken auf die Schwermetallbelastung des Produkts im Hinblick auf die Zulässigkeit der Abfallverwertung. *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis*, 12(2003)3/4, S. 86-90
- Achternbosch, M.; Bräutigam, K.-R.; Richers, U.: Analyse des Einsatzes von Abfällen als Sekundärbrennstoffe in Zementwerken – Derzeitige Situation, Potentiale und Stoffströme. In: Stein, G. (Hrsg.): *Umwelt und Technik im Gleichklang. Technikfolgenforschung und Systemanalyse in Deutschland*. Berlin u. a.: Springer 2003, S. 387-404
- Banse, G.: Entwurfshandeln als Methode der Technikwissenschaften. *Arbeit und Technik*, 5(2003)18, S. 56-59
- Banse, G.: Fortschritt, technischer. In: Mazour, I. I.; Chumakov, A. N.; Gay, W. C. (Hrsg.): *Enzyklopädie der Globalistik*. Moskau: Raduga 2003, S. 858-860 (in Russisch)
- Banse, G.: Fünf technikphilosophische Punkte. In: Banse, G.; Wollgast, S. (Hrsg.): *Philosophie und Wissenschaft in Vergangenheit und Gegenwart. Festschrift zum 70. Geburtstag von Herbert Hörz*. Berlin: trafo 2003, S. 33-53 (Abhandlungen der Leibniz-Sozietät, Bd. 13)
- Banse, G.: Integrative nachhaltige Entwicklung und Technikfolgenabschätzung. *Utopie kreativ*, (2003)153/154, S. 680-691
- Banse, G.: Risiko. In: Mazour, I. I.; Chumakov, A. N.; Gay, W. C. (Hrsg.): *Enzyklopädie der Globalistik*. Moskau: Raduga 2003, S. 897-899 (in Russisch)
- Banse, G.: Risk. In: Mazour, I. I.; Chumakov, A. N.; Gay, W. C. (Hrsg.): *Global studies encyclopedia*. Moskau: Raduga 2003, S. 432-434
- Banse, G.: Technikfolgenabschätzung – Wissen zwischen Faktizität und Hypothetizität. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Hochschule Mittweida (FH)*, (2003)5, S. 13-16
- Banse, G.: Technikgestaltung im Spannungsfeld von Plan und Lebenswelt. In: Grunwald, A. (Hrsg.): *Technikgestaltung zwischen Wunsch und Wirklichkeit*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2003, S. 71-87
- Banse, G.: Technological progress. In: Mazour, I. I.; Chumakov, A. N.; Gay, W. C. (Hrsg.): *Global studies encyclopedia*. Moskau: Raduga 2003, S. 487-489

- Banse, G.; Metzner-Szigeth, A.: Veränderungen im Quadrat: Computervermittelte Kommunikation und moderne Gesellschaft. Überlegungen zum Design des europäischen Forschungs-Netzwerks „Kulturelle Diversität und neue Medien“. *Teorie Vedy (Theory of Science)*, 11(2003)1, S. 7-44
- Bechmann, A.; Bechmann, G.: Verwaltungsmodernisierung im Übergang zur Wissensgesellschaft. Von der politischen Planung der 70er-Jahre zum e-government der 2. Generation. In: Bechmann, A. (Hrsg.): *Verwaltungsmodernisierung durch Wissensmanagement. Notwendigkeiten, Chancen, Konzepte, Instrumente*. Barsinghausen: Edition Zukunft 2003, S. 39-220
- Bechmann, G.: Risiko und die postmoderne Gesellschaft. In: Mazour, I. I.; Chumakov, A. N.; Gay, W. C. (Hrsg.): *Enzyklopädie der Globalistik*. Moskau: Raduga 2003, S. 899-901 (in Russisch)
- Bechmann, G.: Risk and postmodern society. In: Mazour, I. I.; Chumakov, A. N.; Gay, W. C. (Hrsg.): *Global studies encyclopedia*. Moskau: Raduga 2003, S. 435-438
- Bechmann, G.: Sustainability. In: Mazour, I. I.; Chumakov, A. N.; Gay, W. C. (Hrsg.): *Global studies encyclopedia*. Moskau: Raduga 2003, S. 470-474
- Bechmann, G.: The rise and crisis of scientific expertise. In: Bechmann, G.; Hronszky, I. (Hrsg.): *Expertise and its interfaces. The tense relationship of science and politics*. Berlin: edition sigma 2003, S. 17-33 (Gesellschaft – Technik – Umwelt, Neue Folge 4)
- Bechmann, G.: Zukunft als Risiko oder Gefahr. Zur Bedeutung des Nichtwissens und der Sicherheit in der modernen Gesellschaft. In: Scholtz, G.; Trappe, T. (Hrsg.): *Sicherheit – Grundproblem moderner Gesellschaften*. Würzburg: Königshausen & Neumann 2003, S. 131-149
- Bechmann, G.: Zur Konzeption der nachhaltigen Entwicklung. In: Mazour, I. I.; Chumakov, A. N.; Gay, W. C. (Hrsg.): *Enzyklopädie der Globalistik*. Moskau: Raduga 2003, S. 1052-1058 (in Russisch)
- Brandl, V.; Coenen, R.; Fleischer, T.; Jörissen, J.; Klein-Vielhauer, S.; Kopfmüller, J.; Rösch, Chr.; Schulz, V.; Stelzer, V.; Berghof, R.; Eich, R.; Keimel, H.; Klann, U.: Maßnahmen zur Bewältigung zentraler Nachhaltigkeitsprobleme. In: Coenen, R.; Grunwald, A. (Hrsg.): *Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland. Analyse und Lösungsstrategien*. Berlin: edition sigma 2003, S. 269-352 (Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland, Bd. 5)
- Brandl, V.; Grunwald, A.; Heincke, M.; Jörissen, J.; Rösch, Chr.; Stelzer, V.; Backhaus, R.; Hennings, W.; Keimel, H.; Mertens, J.; Meyer, B. Chr.; Paetau, M.; Rose, H.: *Ausgewählte Querschnittsthemen nachhaltiger Entwicklung*. In: Coenen, R.; Grunwald, A. (Hrsg.): *Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland. Analyse und Lösungsstrategien*. Berlin: edition

- sigma 2003, S. 435-501 (Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland, Bd. 5)
- Brandl, V.; Grunwald, A.; Jörissen, J.; Kopfmüller, J.; Paetau, M.: Das integrative Konzept nachhaltiger Entwicklung. In: Coenen, R.; Grunwald, A. (Hrsg.): Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland. Analyse und Lösungsstrategien. Berlin: edition sigma 2003, S. 55-82 (Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland, Bd. 5)
- Brandl, V.; Kopfmüller, J.; Sardemann, G.: Die gegenwärtige Nachhaltigkeitssituation in Deutschland. In: Coenen, R.; Grunwald, A. (Hrsg.): Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland. Analyse und Lösungsstrategien. Berlin: edition sigma 2003, S. 83-130 (Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland, Bd. 5)
- Bräutigam, K.-R.; Achternbosch, M.: Analyse der Umweltauswirkungen bei der Herstellung, Nutzung und Entsorgung von CFK- bzw. Aluminiumrumpfkomponten im Flugzeugbau. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 12(2003)1, S. 86-91
- Bräutigam, K.-R.; Halbritter, G.; Kupsch, Chr.: Simulationsrechnungen zu einigen Telematiktechniken und -diensten. Verkehrliche Wirksamkeit individueller dynamischer Routenführungssysteme im Vergleich zu einfachen organisatorischen Maßnahmen im morgendlichen Berufsverkehr. Internationales Verkehrswesen, 55(2003)4, S. 149-155
- Böhle, K.: On key issues of foresight: Participation, prioritisation, implementation, impact. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 12(2003)2, S. 32-38
- Böhle, K.: Über eCash und elektronisches Bargeld. Zum Verhältnis von Innovation und Leitbild. 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), 29.9.-2.10.2003, Frankfurt am Main. Workshop „Die Zukünfte des Internet: eine Retrospektive“. Bonn: Gesellschaft für Informatik 2003, S. 128-136
- Böhle, K.; Rader, M.: Foresight somewhere in the expanse between futures and technology assessment. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 12(2003)2, S. 5-10
- Coenen, Chr.: Utopien und Visionen zur Nanotechnologie. TAB-Brief, (2003)24, S. 5-8
- Coenen, Chr.: Veränderungen demokratischer Gesellschaften durch das Internet. Analyse netzbasierter Kommunikation unter kulturellen Aspekten. TAB-Brief, (2003)25, S. 19
- Coenen, R.; Fleischer, T.; Heincke, M.; Jörissen, J.; Kopfmüller, J.; Rösch, Chr.; Schulz, V.; Stelzer, V.; Berghof, R.; Karger, C.; Keimel, H.; Klann, U.: Zukünftige Nachhaltigkeitsperspektiven – drei explorative Szenarien. In: Coenen, R.; Grunwald, A. (Hrsg.): Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland. Analyse und Lösungsstrategien. Berlin: edition sigma 2003, S. 207-268 (Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland, Bd. 5)

- Coenen, R.; Heincke, M.; Jörissen, J.; Klein-Vielhauer, S.; Schulz, V.; Stelzer, V.; Berghof, R.; Keimel, H.; Klann, U.: Nachhaltigkeitsprobleme in gesellschaftlichen Aktivitätsfeldern. In: Coenen, R.; Grunwald, A. (Hrsg.): Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland. Analyse und Lösungsstrategien. Berlin: edition sigma 2003, S. 131-206 (Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland, Bd. 5)
- Coenen, R.; Jörissen, J.; Kopfmüller, J.: Nachhaltigkeitsdefizite integriert angehen. *Ökologisches Wirtschaften*, (2003)5, S. 27-28
- Decker, M.; Neumann-Held, E. M.: Between expert TA and expert dilemma – A plea for expertise. In: Bechmann, G.; Hronszky, I. (Hrsg.): Expertise and its interfaces. The tense relationship of science and politics. Berlin: edition sigma 2003, S. 203-223 (Gesellschaft – Technik – Umwelt, Neue Folge 4)
- Fleischer, T.; Grunwald, A.; Dippoldsmann, P.; Fugger, W.-D.; Grutsch, M.; Karger, C.; Nitsch, J.; Paetau, M.; Poppenberg, A.: Nachhaltigkeitspotenziale von Schlüsseltechnologien. In: Coenen, R.; Grunwald, A. (Hrsg.): Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland. Analyse und Lösungsstrategien. Berlin: edition sigma 2003, S. 353-434 (Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland, Bd. 5)
- Fleischer, T.; Hedderich, R.: Technikfolgenabschätzung: Begleiter der Nanotechnik. *Photonik*, (2003)6, S. 69
- Grundmann, R.; Stehr, N.: Social control and knowledge in democratic societies. *Science and Public Policy*, 30(2003)3, S. 183-188
- Grunwald, A.: Die Unterscheidung von Gestaltbarkeit und Nicht-Gestaltbarkeit der Technik. In: Grunwald, A. (Hrsg.): Technikgestaltung zwischen Wunsch und Wirklichkeit. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2003, S. 19-38
- Grunwald, A.: Eine Stellungnahme aus Sicht der klassischen Technikfolgenabschätzung. In: Giesecke, S. (Hrsg.): Technikakzeptanz durch Nutzerintegration? Beiträge zur Innovations- und Technikanalyse. Teltow: VDI/VDE-Technologiezentrum Informationstechnik GmbH 2003, S.113-125
- Grunwald, A.: Forschung für nachhaltige Entwicklung – Herausforderungen an wissenschaftliche Politikberatung. *Problemy Ekologii*, 7(2003)6, S. 248-250 (in Polnisch)
- Grunwald, A.: Geo-engineering in the presence of value conflicts. In: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe; Staatliche Geologische Dienste in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.): Geologisches Jahrbuch. Stuttgart: Schweizerbart 2003, S. 177-191 (Sonderhefte: Reihe C, Hydrologie, Ingenieurgeologie; Heft SC 4)
- Grunwald, A.: Gesellschaft – Individuum – Technik. Perspektiven einer Zukunft. *Soziale Technik*, 13(2003)4, S. 3-5

- Grunwald, A.: Methodical reconstruction of ethical advice. In: Bechmann, G.; Hronszky, I. (Hrsg.): Expertise and its interfaces. The tense relationship of science and politics. Berlin: edition sigma 2003, S. 103-124 (Gesellschaft – Technik – Umwelt, Neue Folge 4)
- Grunwald, A.: N. C. Karafyllis, J. C. Schmidt (Hrsg.): Zugänge zur Rationalität der Zukunft – Rezension. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 12(2003)2, S. 121-124
- Grunwald, A.: Nachhaltige Entwicklung als Orientierung für Umweltpolitik. In: Mazour, I. I.; Chumakov, A. N.; Gay, W. C. (Hrsg.): Enzyklopädie der Globalistik. Moskau: Raduga 2003, S. 1068-1071 (in Russisch)
- Grunwald, A.: Nachhaltigkeit und Schlüsseltechnologien. Ein ambivalentes Verhältnis. Ökologisches Wirtschaften, (2003)6, S. 13-14
- Grunwald, A.: Nachhaltigkeitskonflikte und ihre Bewältigung – Zwischen naturalistischen und kulturalistischen Ansätzen. In: Kopfmüller, J. (Hrsg.): Den globalen Wandel gestalten – Forschung und Politik für einen nachhaltigen globalen Wandel. Berlin: edition sigma 2003, S. 325-337 (Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland, Bd. 6)
- Grunwald, A.: Relevanz und Risiko. Zum Qualitätsmanagement integrativer Forschung. In: Gottschalk-Mazouz, N.; Mazouz, N. (Hrsg.): Nachhaltigkeit und globaler Wandel. Integrative Forschung zwischen Normativität und Unsicherheit. Frankfurt am Main: Campus 2003, S. 257-276
- Grunwald, A.: Roboter als Mitbewohner unserer zukünftigen Lebenswelt. Wort und Antwort, 44(2003)3, S. 100-105
- Grunwald, A.: Technikfolgenabschätzung als wissenschaftlicher Beitrag zu gesellschaftlichen Lernprozessen über Technik. In: Stein, G. (Hrsg.): Umwelt und Technik im Gleichklang. Technikfolgenforschung und Systemanalyse in Deutschland. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2003, S. 3-17
- Grunwald, A.: Technikgestaltung für nachhaltige Entwicklung – Anforderungen und Orientierungen. In: Grunwald, A. (Hrsg.): Technikgestaltung zwischen Wunsch und Wirklichkeit. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2003, S. 235-248
- Grunwald, A.: Technology assessment (TA). In: Mazour, I. I.; Chumakov, A. N.; Gay, W. C. (Hrsg.): Global studies encyclopedia. Moskau: Raduga 2003, S. 496-498
- Grunwald, A.: Technology assessment at the German Bundestag: „Expertising“ democracy for „democratising“ expertise. Science and Public Policy, 30(2003)3, S. 193-198
- Grunwald, A.: Technology foresight in Europe. The growing importance of a regional approach. Asia Pacific Tech Monitor, 20(2003)4, S. 16-21
- Grunwald, A.: Zukunftstechnologien und Demokratie. Zur Rolle der Technikfolgenabschätzung für demokratische Technikgestaltung. In: Mensch, K.; Schmidt, K. C. (Hrsg.):

- Technik und Demokratie. Zwischen Expertokratie, Parlament und Bürgerbeteiligung. Opladen: Leske + Budrich 2003, S. 197-211
- Grunwald, A.; Fleischer, T.: Nachhaltigkeit und Technik – Neue Aufgaben für die Technikfolgenabschätzung. In: Grunwald, A. (Hrsg.): ITAS Jahrbuch 2001/2002. Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe 2003, S. 21-40
- Grunwald, A.; Sauter, A.: Langzeitmonitoring der Freisetzung gentechnisch veränderter Pflanzen (GVP) – Gesellschaftliche, politische und wissenschaftliche Dimensionen. In: Umweltbundesamt (Hrsg.): Monitoring von gentechnisch veränderten Pflanzen: Instrument einer vorsorgenden Umweltpolitik. Berlin: Umweltbundesamt 2003, S. 16-24 (Texte 23/03)
- Grünwald, R.: Nano im Auto. TAB-Brief, (2003)24, S. 9-12
- Halbritter, G.; Fleischer, T.: Mögliche Beiträge von Verkehrstelematik-Techniken und -Diensten zur Erreichung einer „nachhaltigen Entwicklung“. In: Stein, G. (Hrsg.): Umwelt und Technik im Gleichklang. Technikfolgenforschung und Systemanalyse in Deutschland. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2003, S. 263-280
- Halbritter, G.; Fleischer, T.: Wege zu einer intelligenten Mobilität. In: Grunwald, A. (Hrsg.): ITAS Jahrbuch 2001/2002. Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe 2003, S. 57-71
- Hartlieb, N.; Achternbosch, M.; Bräutigam, K.-R.: Co-incineration of wastes in cement kilns – Determination of input pathways of trace elements in cement by material flow analysis. Fresenius Environmental Bulletin, 12(2003)6, S. 629-635
- Hennen, L.: Experten und Laien – Bürgerbeteiligung und Technikfolgenabschätzung in Deutschland. In: Schicktanz, S.; Naumann, J. (Hrsg.): Bürgerkonferenz: Streitfall Gendignostik. Opladen: Leske + Budrich 2003, S. 37-50
- Hennen, L.: Neuordnung des gesundheitlichen Verbraucherschutzes. TAB-Brief, (2003)24, S. 22-24
- Hocke-Bergler, P.: Medienresonanz und das Handeln von Experten im Konflikt um die Endlagerung radioaktiver Abfälle. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 12(2003)1, S. 92-99
- Jörissen, J.; Coenen, R.: Das integrative Nachhaltigkeitskonzept der HGF im Spiegel der Praxis – Einführung in den Schwerpunkt. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 12(2003)3/4, S. 5-13
- Klann, U.; Schulz, V.: Großflächige Ökobilanzen – Anwendungen der umweltbezogenen Input-Output-Analyse. In: Stein, G. (Hrsg.): Umwelt und Technik im Gleichklang. Tech-

- nikfolgenforschung und Systemanalyse in Deutschland. Berlin, Heidelberg, New: Springer 2003, S. 49-60
- Kopfmüller, J.: Das Fallbeispiel „Biodiversität“. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 12(2003)3/4, S. 48-54
- Kopfmüller, J.: Das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung – Globale Perspektive und Orientierungen für Politik und Wissenschaft. In: Kopfmüller, J. (Hrsg.): Den globalen Wandel gestalten – Forschung und Politik für einen nachhaltigen globalen Wandel. Berlin: edition sigma 2003, S. 21-51 (Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland, Bd. 6)
- Kopfmüller, J.: Nachhaltige Produktionstechnologien – Einführende Bemerkungen. *Problemy Ekologii*, 7(2003)6, S. 264-265 (in Polnisch)
- Krings, B.-J.: Hen or egg? – The relationship between IC-technologies and social exclusion. In: Bechmann, G.; Krings, B.-J.; Rader, M. (Hrsg.): Across the divide. Work, organization and social exclusion in the European information society. Berlin: edition sigma 2003, S. 123-138 (Gesellschaft – Technik – Umwelt, Neue Folge 3)
- Krings, B.-J.: Individualisierung der Arbeit. Neue Arbeitsstrukturen in der Informationsgesellschaft. In: Fischer, P.; Hubig, Ch.; Koslowski, P. (Hrsg.): Wirtschaftsethische Fragen der E-Economy. Heidelberg: Physica 2003, S. 256-272 (Ethische Ökonomie)
- Krings, B.-J.: Regional Cycles: Regional Economy towards Sustainability – Konferenzbericht. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 12(2003)1, S. 145-148
- Krings, B.-J.: Technikentwicklung, Technikgestaltung und „Geschlecht“. In: Grunwald, A. (Hrsg.): ITAS Jahrbuch 2001/2002. Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe 2003, S. 90-103
- Kälber, S.; Leible, L.; Nieke, E.; Wintzer, D.; Lange, S.; Fürniß, B.: Verbrennung und Vergasung biogener Reststoffe und Abfälle – Ergebnisse einer Technikfolgenabschätzung. In: Verein Deutscher Ingenieure (VDI) (Hrsg.): 21. Deutscher Flammentag. Verbrennung und Feuerungen. Düsseldorf: VDI 2003, S. 167-172 (VDI-Berichte 1750)
- Leible, L.: Biomasse: Ein Energieträger mit Zukunft – Gastkommentar. *BWK – Das Energie-Fachmagazin*, 55(2003)11, S. 3
- Leible, L.: Energie aus biogenen Reststoffen und Abfällen. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 12(2003)1, S. 76-86
- Leible, L.; Arlt, A.; Fürniß, B.; Kälber, S.; Kappler, G.; Lange, S.; Nieke, E.; Rösch, Ch.; Wintzer, D.: Energie aus biogenen Rest- und Abfallstoffen. Erschließbares Potenzial ist keinesfalls als gering einzustufen – Konkurrenzfähige Erzeugung von Strom aus Waldrestholz und Stroh bei Vollkostenbetrachtung derzeit nicht möglich. *Agra-Europe*, 44(2003)34, S. 1-8

- Leible, L.; Arlt, A.; Kälber, S.; Lange, S.; Nieke, E.; Wintzer, D.; Fürniß, B.: Energie aus biogenen Reststoffen und Abfällen – Stand und Perspektiven in Deutschland. In: Wiemer, K.; Kern, M. (Hrsg.): Bio- und Restabfallbehandlung VII (biologisch – mechanisch – thermisch). Witzenhausen: Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH 2003, S. 390-413
- Leible, L.; Arlt, A.; Kälber, S.; Lange, S.; Nieke, E.; Wintzer, D.; Fürniß, B.: Energie aus biogenen Reststoffen: Stand und Perspektiven, auch mit Blick auf die Vergasung. In: Arbeitsgemeinschaft für Rationalisierung, Landtechnik und Bauwesen in der Landwirtschaft Hessen e. V. (ALB) (Hrsg.): BioEnergie Tagung (BIOENTA). Kassel: ALB 2003, S. 143-163
- Leible, L.; Kälber, S.: Energie aus biogenen Rest- und Abfallstoffen – eine Perspektive für Deutschland? *BWK – Das Energie-Fachmagazin*, 55(2003)11, S. 50-54
- Lingner, S.; Decker, M.: Normative Implikationen und intergenerationelle Lernprozesse langfristigen Umwelthandelns. In: Stein, G. (Hrsg.): Umwelt und Technik im Gleichklang. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2003, S. 147-161
- Meyer, R.: Qualität, Regionalität und Verbraucherinformation bei Nahrungsmitteln. *TAB-Brief*, (2003)24, S. 13-16
- Oertel, D.; Grünwald, R.; Paschen, H.: Geothermische Ressourcen für die Stromerzeugung. In: Geothermische Vereinigung & GeoForschungsZentrum Potsdam (Hrsg.): Start in eine neue Energiezukunft. Neustadt-Glewe: Geeste 2003, S. 14 (Tagungsband 1)
- Orwat, C.: Foresight in the enlarged european research and innovation area. *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis*, 12(2003)2, S. 63-66
- Petermann, Th.: Biometrische Identifikationssysteme vor dem Durchbruch? *TAB-Brief*, (2003)24, S. 19-21
- Rader, M.; Böhle, K.: First findings from FISTERA on foresight. *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis*, 12(2003)2, S. 74-78
- Reßler, B.; Achternbosch, M.; Bräutigam, K.-R.; Kupsch, Chr.; Sardemann, G.: Material flow analysis – a comparison of manufacturing of CFRP-fuselage-components versus aluminium-fuselage-components for commercial airliners. *Fresenius Environmental Bulletin*, 12(2003)6, S. 656-662
- Riehm, U.: Digitale Güter in der Buch- und Musikbranche – ein lohnendes Feld für die Technikfolgenabschätzung. In: Stein, G. (Hrsg.): Umwelt und Technik im Gleichklang. Technikfolgenforschung und Systemanalyse in Deutschland. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2003, S. 181-198

- Riehm, U.: Helmut Krauch's „Priorities for Research Policy“ (1970) revisited. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 12(2003)2 (Englische Fassung nur im Internet)
- Riehm, U.: Online-Buchhandel revisited. In: Fuchs, G.; Purschke, I.; Teutsch, B. (Hrsg.): E-Commerce revisited. Workshop Dokumentation. Stuttgart: Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg 2003, S. 76-91 (Arbeitsberichte der TA-Akademie, Nr. 239)
- Riehm, U.: Veränderungen in der Produzenten-Konsumenten-Beziehung beim elektronischen Handel – Beispiele aus dem Verlags- und Buchhandelsbereich. In: Fischer, P.; Hubig, Ch.; Koslowski, P. (Hrsg.): Wirtschaftsethische Fragen der E-Economy. Heidelberg: Physika 2003, S. 187-201 (Ethische Ökonomie)
- Riehm, U.: Wieder gelesen: Helmut Krauch: „Prioritäten für die Forschungspolitik“ (1970). Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 12(2003)2, S. 38-40
- Rösch, Ch.: Energie aus Grünland – eine nachhaltige Entwicklung? Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 12(2003)3/4, S. 38-45
- Rösch, Ch.: Mehr Nachhaltigkeit durch moderne Agrartechnik? VDI, Magazin für Agrar, Ernährung, Umwelt, 53(2003)5, S. 6-8
- Stehr, N.: Expertise in knowledge societies. In: Bechmann, G.; Hronszky, I. (Hrsg.): Expertise and its interfaces. The tense relationship of science and politics. Berlin: edition sigma 2003, S. 35-43 (Gesellschaft – Technik – Umwelt, Neue Folge 4)
- Stehr, N.: Le società moderne come società della conoscenza. Quaderni di Teoria Sociale, (2003)3, S. 267-276
- Stehr, N.: The Social and Political Control of Knowledge. In: Grunwald, A. (Hrsg.): ITAS Jahrbuch 2001/2002. Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe 2003, S. 41-56
- Stehr, N.: The social and political control of knowledge in modern societies. International Social Science Journal, 55(2003)178, S. 643-655
- Stehr, N.: Wissenspolitik – Oder die gesellschaftliche Disziplinierung neuer Erkenntnisse. In: Klumpp, D.; Kubicek, H.; Roßnagel, A. (Hrsg.): Next generation information society? Notwendigkeit einer Neuorientierung. Mössingen-Talheim: Talheimer 2003, S. 320-332
- Stehr, N.; Storch, H. von: Micro/macro and soft/hard: Divergence and converging issues in the physical and social sciences. In: Rotmans, J.; Rothman, D. S. (Hrsg.): Scaling in integrated assessment. Lisse: Swets & Zeitlinger 2003, S. 35-49
- Stelzer, V.: Nachhaltiges Wohnen und Bauen – Probleme und Lösungen. Problemy Ekologii, 7(2003)6, S. 265 (in Polnisch)
- Storch, H. von; Stehr, N.: Effiziente Kommunikation. Universitas, Orientierung in der Wissenschaft, 58(2003)684, S. 608-614

- Weber, A.: Semiconductor developments in the Dresden region. In: Institute for Prospective Technological Studies (ipts) (Hrsg.): Identifying factors of success and failure in European IST-related national/regional developments. Sevilla: European Communities 2003, S. 122-179 (European Science and Technology Observatory (ESTO), EUR 20825 EN)
- Weber, A.; Wehn de Montalvo, U.: Bread, broadband and the benchmarking of eEurope in candidate countries. The IPTS Report, (2003)77, S. 40-46
- Wingert, B.; Coenen, R.: Evaluation von Forschung – Einführung in den Schwerpunkt. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 12(2003)1, S. 5-10
- Wingert, B.; Riehm, U.: Elektronisches Publizieren. Mythen, Leitbilder, Visionen – und die „Wirklichkeit“? In: Dittrich, K.; König, W.; Oberweis, A.; Rannenber, K.; Wahlster, W. (Hrsg.): Informatik 2003. Innovative Informatikanwendungen. Beiträge der 33. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 29.9.-2.10.2003, Frankfurt am Main. Workshop „Die Zukünfte des Internet: eine Retrospektive“. Bonn: Gesellschaft für Informatik 2003, S. 141-148

4.7.4 Aufsätze in Zeitschriften und Sammelbänden 2004

- Achternbosch, M.; Bräutigam, K.-R.; Hartlieb, N.; Stemmermann, P.: Environmental impact of trace elements in concrete resulting from the co-incineration with conventional and secondary input materials. In: 2004 IT3 Conference (Hrsg.): Twenty-third annual international conference on incineration and thermal treatment technologies. Phoenix, Arizona, USA, 10. – 14.05.2004. New Orleans: University of Maryland 2004, S. 1-10
- Achternbosch, M.; Bräutigam, K.-R.; Hartlieb, N.; Kupsch, Chr.; Richers, U.; Stemmermann, P.: Trace element transfer into concrete due to the use of wastes. In: Mersky, R. L.; Shieh, W. K. (Hrsg.): Proceedings of the 19th international conference on solid waste technology and management. Philadelphia, PA, USA, 21. – 24.03.2004. Chester, PA: Widener University 2004, S. 1178-1185
- Achternbosch, M.; Bräutigam, K.-R.; Hartlieb, N.; Kupsch, Chr.; Stemmermann, P.; Richers, U.: Auswirkungen des Einsatzes von Abfällen bei der Zementherstellung auf die Spurenelementgehalte von Zement und Beton. Forschungszentrum Karlsruhe – Nachrichten, 36(2004)4, S. 213-218
- Banse, G.: Der Beitrag der interdisziplinären Technikforschung zur Weiterentwicklung der Allgemeinen Technologie. In: Banse, G.; Reher, E.-O. (Hrsg.): Fortschritte bei der Herausbildung der allgemeinen Technologie. Symposium der Leibniz-Sozietät und des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse des Forschungszentrums Karls-

- ruhe, am 14. Mai 2004 in Berlin. Berlin: trafo 2004, S. 35-48 (Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, Bd. 75)
- Banse, G.: Möglichkeiten und Grenzen rationaler Risikobeurteilung aus technikethischer Perspektive. In: Fobel, P.; Banse, G.; Kiepas, A.; Zecha, G. (Hrsg.): Rationalität in der Angewandten Ethik. Banska Bystrica: Matej-Bel Universität 2004, S. 191-204
- Banse, G.: Solarzeitalter – Nachhaltigkeit – Technikfolgenabschätzung. In: Blumenthal, G.; Öhlmann, G. (Hrsg.): Solarzeitalter – Vision und Realität. 8. Augustusburg Conference of Advanced Science, 11. – 13.09.2003 auf Schloß Augustusburg. Berlin: trafo 2004 (Abhandlungen der Leibniz-Sozietät, Bd. 15)
- Banse, G.: Zu den Methoden der Technikwissenschaften. In: Banse, G.; Ropohl, G. (Hrsg.): Wissenskonzepte für die Ingenieurpraxis. Technikwissenschaften zwischen Erkennen und Gestalten. Düsseldorf: VDI Verein Deutscher Ingenieure 2004, S. 113-130 (Beruf und Gesellschaft, Report 35)
- Banse, G.: Zwischen Zukunftsprojektion und Pragmatik. Technische Utopien in der DDR. In: Karafyllis, N. C.; Haar, T. (Hrsg.): Technikphilosophie im Aufbruch – Festschrift für Günter Ropohl. Berlin: edition sigma 2004, S. 23-37
- Bechmann, G.: Niklas Luhmann: A new paradigm of systemtheorie. In: Liseer, I.; Sadoviski, V. (Hrsg.): Systemapproach in the modern society. Moskau: Mockba 2004, S. 142-156
- Bechmann, G.: Riesgo y sociedad post-moderna. In: Lujan, J. L.; Echeverria J. (Hrsg.): Gobernar los riesgos. Ciencia y valores en la sociedad del riesgo. Madrid: Biblioteca Nueva 2004, S. 18-34
- Bechmann, G.: Wissenschaftliche Risikokommunikation oder die Kunst, „Nichtwissen“ zu managen. Forum – Das offizielle Magazin der Deutschen Krebsgesellschaft e.V., 19(2004)5, S. 28-32
- Bechmann, G.; Stehr, N.: Praktische Erkenntnis: Vom Wissen zum Handeln. In: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.): Vom Wissen zum Handeln? Die Forschung zum globalen Wandel und ihre Umsetzung. Bonn, Berlin: 2004
- Bechmann, G.; Stehr, N.: Wissenspolitik – ein neues Forschungs- und Handlungsfeld? – Einführung in den Schwerpunkt. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 13(2004)3, S. 5-14
- Brandl, V.: Das Projekt „Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland“. Generationen-Gerechtigkeit, 4(2004)1, S. 25-26
- Brandl, V.; Coenen, R.; Kopfmüller, J.; Schulz, V.: Lösung der Nachhaltigkeitsprobleme Deutschlands. Wechselwirkung, 25(2004)125, S. 53-59
- Böhle, K.: A short analysis of the position on Digital Rights Management by BEUC, The European Consumers' Organisation. INDICARE Monitor, 1(2004)4, S. 2-5

- Böhle, K.: Digital Rights Management – ein Fall für TA? – Rezensionen. *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis*, 13(2004)1, S. 97-107
- Böhle, K.: Elektronische Zahlungssysteme. In: Kuhlen, R.; Seeger, Th.; Strauch, D. (Hrsg.): *Grundlagen der praktischen Information und Dokumentation. Band 1: Handbuch zur Einführung in die Informationswissenschaft und -praxis*. München: Saur 2004, S. 673-680
- Böhle, K.: Knock out by copyright expiration. *The JibJab Media Inc. v Ludlow Music Inc. copyright affair watched from a distance*. *INDICARE Monitor*, 1(2004)3, S. 2-6
- Böhle, K.: Of vanishing media and copyright enforcement by destruction. *INDICARE Monitor*, 1(2004)2, S. 2-5
- Böhle, K.: Talking about the BEUC position paper on Digital Rights Management. *INDICARE-Interview with Cornelia Kutterer, Senior Legal Advisor at BEUC*. *INDICARE Monitor*, 1(2004)4, S. 5-10
- Bütschi, D.; Carius, R.; Decker, M.; Gram, S.; Grunwald, A.; Machleidt, P.; Steyaert, S.; Est, R. van: The practice of TA; Science, Interaction and communication. In: Decker, M.; Ladikas, M. (Hrsg.): *Bridges between science, society and policy. Technology assessment – Methods and impacts*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2004, S. 13-55 (*Wissenschaftsethik und Technikfolgenbeurteilung*, Bd. 22)
- Coenen, Chr.: Nanofuturismus: Anmerkungen zu seiner Relevanz, Analyse und Bewertung. *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis*, 13(2004)2, S. 78-85
- Coenen, R.: Demografischer Wandel – Wandel in der Flächennutzung? *TAB-Brief*, (2004)27, S. 15-20
- Coenen, R.; Asselmeyer-Maluga, T.: System to support decision on sustainable development: Integrated assessment. In: Sydow, A. (Hrsg.): *Environmental Systems. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*. Oxford, UK: Eolss Publishers 2004 (Zugang über <http://www.eolss.net>)
- Decker, M.: The role of ethics in interdisciplinary technology assessment. *Poiesis & Praxis, International Journal of Ethics of Science and TA*, 2(2004)2/3, S. 139-156
- Decker, M.; Fiedeler, U.; Fleischer, T.: Ich sehe was, was Du nicht siehst ... zur Definition von Nanotechnologie. *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis*, 13(2004)2, S. 10-16
- Decker, M.; Ladikas, M.: EU-Projekt: Technology Assessment in Europe; Between Method and Impact (TAMI). *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis*, 13(2004)1, S. 71-80
- Fiedeler, U.; Fleischer, D.; Decker, M.: Technikfolgenabschätzungen zur Nanotechnologie: Roadmapping als neues Instrument. *Forschungszentrum Karlsruhe – Nachrichten*, 36(2004)4, S. 230-234

- Fiedeler, U.; Fleischer, T.; Decker, M.: Roadmapping als eine Erweiterung des „Methoden-Werkzeugkastens“ der Technikfolgenabschätzung? Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 13(2004)2, S. 65-70
- Fleischer, T.: Minimales Wissen über maximale Visionen. Solange nicht klar ist, was die Nanotechnologie kann, sind ihre Folgen nicht abschätzbar. punkt.um, (2004)8, S. 2
- Fleischer, T.; Decker, M.; Fiedeler, U.: Große Aufmerksamkeit für kleine Welten – Nanotechnologie und ihre Folgen – Einführung in den Schwerpunkt. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 13(2004)2, S. 5-9
- Fleischer, T.; Halbritter, G.: Toll Collect: Panne von Industrie und Politik. Innovationspolitische Aspekte der geplanten Einführung eines elektronischen Mautsystems in Deutschland. Internationales Verkehrswesen, 56(2004)9, S. 363-366
- Fleischer, T.; Halbritter, G.; Kupsch, Chr.; Kloas, J.; Voigt, U.: Aims and success factors of ITS-based urban road pricing systems in different countries. ITS for livable society. 11. World Congress on ITS, Nagoya, Aichi 2004, Japan
- Fleischer, T.; Kastenholz, H.: Nanotechnologie und ihre Folgen. Abschätzung von Chancen und Risiken. Soziale Technik, 14(2004)3, S. 3-5
- Grunwald, A.: Die gesellschaftliche Wahrnehmung von Nachhaltigkeitsproblemen und die Rolle der Wissenschaften. In: Ipsen, D.; Schmidt, J. C. (Hrsg.): Dynamiken der Nachhaltigkeit. Marburg: Metropolis 2004, S. 313-341 (Ökologie und Wirtschaftsforschung, Bd. 53)
- Grunwald, A.: Ethische Aspekte der Nanotechnologie. Eine Felderkundung. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 13(2004)2, S. 71-78
- Grunwald, A.: Parlamentarische TA als neutrale Politikberatung – das TAB-Modell. TAB-Brief, (2004)26, S. 6-9
- Grunwald, A.: Participation as a means of enhancing the legitimacy of decisions on technology? A sceptical analysis. Poiesis & Praxis, International Journal of Ethics of Science and TA, 3(2004)1-2, S. 106-122
- Grunwald, A.: Pragmatische Antworten auf die Frage nach Grenzen der technischen Machbarkeit. In: Högbe, W. (Hrsg.): Grenzen und Grenzüberschreitungen. XIX. Deutscher Kongreß für Philosophie, 2002, Bonn. Vorträge und Kolloquien. Berlin: Akademie 2004, S. 673-685
- Grunwald, A.: Pragmatische Rationalität als Reflexionsbegriff in der Angewandten Ethik. In: Fobel, P.; Banse, G.; Kiepas, A.; Zecha, G. (Hrsg.): Rationalität in der Angewandten Ethik. Banska Bystrica: Matej-Bel Universität 2004, S. 51-60
- Grunwald, A.: Spuren des Seins im Sollen. Das lebensweltliche Fundament der Ethik. In: Emunds, B.; Horntrich, G.; Kruij, G.; Ulshöfer, G. (Hrsg.): Vom Sein zum Sollen und zurück. Zum Verhältnis von Faktizität und Normativität. Dritter Workshop Ethik vom 25. -

- 27.02.2004 in Arnoldsheim (Taunus). Frankfurt am Main: Haag + Herchen 2004, S. 66-86 (Arnoldshainer Texte, Bd. 131)
- Grunwald, A.: Strategic knowledge for sustainable development: the need for reflexivity and learning at the interface between science and society. *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, 1(2004)1/2, S. 150-167
- Grunwald, A.: Systemforschung und Technikfolgenabschätzung in der Helmholtz-Gemeinschaft. *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis*, 13(2004)1, S. 53-57
- Grunwald, A.: Technikfolgenabschätzung als Nachhaltigkeitsbewertung – das Feld der Informations- und Kommunikationstechnologien (IuK). *thema Forschung*, (2004)2, S. 86-92
- Grunwald, A.: Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse als Partner von Technik und Innovation. *Forschungszentrum Karlsruhe – Nachrichten*, 36(2004)4, S. 189-192
- Grunwald, A.: Technikgestaltung als erweitertes Können – Die neue Relevanz der Wissenschaftstheorie der Technikwissenschaften. In: Kornwachs, K. (Hrsg.): *Technik – System – Verantwortung*. Münster: LIT 2004, S. 267-277 (Technikphilosophie, Bd. 10)
- Grunwald, A.: The case of nanobiotechnology. *EMBO reports*, 5(2004)10, S. 32-36
- Grunwald, A.: The normative basis of (health) technology assessment and the role of ethical expertise. *Poiesis & Praxis, International Journal of Ethics of Science and TA*, 2(2004)2/3, S. 175-193
- Grunwald, A.: Wissenschaftstheoretische Perspektiven auf die Technikwissenschaften. In: Banse, G.; Ropohl, G. (Hrsg.): *Wissenskonzepte für die Ingenieurpraxis. Technikwissenschaften zwischen Erkennen und Gestalten*. Düsseldorf: VDI Verein Deutscher Ingenieure 2004, S. 47-64 (Beruf und Gesellschaft, Report 35)
- Grunwald, A.; Petermann, Th.: Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB). *Forschungszentrum Karlsruhe – Nachrichten*, 36(2004)4, S. 248-251
- Grünwald, R.; Grunwald, A.; Oertel, D.: Fusionsforschung als Gegenstand parlamentarischer Technikfolgenabschätzung. *Forschungszentrum Karlsruhe – Nachrichten*, 36(2004)4, S. 235-239
- Halbritter, G.; Fleischer, T.; Kupsch, Chr.: Innovationspolitische Aspekte der geplanten Einführung eines elektronischen Maut-Systems in Deutschland. *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis*, 13(2004)3, S. 113-117
- Hartlieb, N.; Achternbosch, M.; Bräutigam, K.-R.: Development of heavy metal concentrations in cement due to increasing application of secondary input materials for cement production. In: 2004 IT3 Conference (Hrsg.): *Twenty-third annual international conference on incineration and thermal treatment technologies*, Phoenix, Arizona, USA, 10. - 14.05.2004. New Orleans: University of Maryland 2004, S. 1-10

- Hartlieb, N.; Ertunc, T.; Schaeffer, A.; Klein, W.: Mineralization, metabolism and formation of non-extractable residues of ¹⁴C-labelled organic contaminants during pilot-scale composting of municipal biowaste. *Environmental Pollution*, 126(2003), S. 83-91
- Hennen, L.: Biomedical and bioethical issues in parliamentary TA and in health technology assessment. *Poiesis & Praxis, International Journal of Ethics of Science and TA*, 2(2004)2, S. 207-220
- Hennen, L.: TA, Partizipation und Öffentlichkeit. *TAB-Brief*, (2004)26, S. 10-14
- Hennen, L.; Bellucci, S.; Berloznik, R.; Cope, D.; Cruz-Castro, L.; Karapiperis, Th.; Ladikas, M.; Klüver, L.; Sanz-Menéndez, L.; Staman, J.; Stephan, S.; Szapiro, T.: Towards a framework for assessing the impact of technology assessment. In: Decker, M.; Ladikas, M. (Hrsg.): *Bridges between science, society and policy. Technology assessment – Methods and impacts*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2004, S. 57-85 (Wissenschaftsethik und Technikfolgenbeurteilung, Bd. 22)
- Henrich, E.; Kolb, Th.; Krebs, L.; Leible, L.: Gewinnung von Synthesegas aus Abfallbiomasse durch Kombination von Pyrolyse und Vergasung. In: Kranert, M.; Sihler, A. (Hrsg.): *Abfalltage 2004 Baden-Württemberg Essen: Oldenbourg Industrieverlag*, S. 140-149
- Jörissen, J.: Die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) als Instrument der Entscheidungsvorbereitung. *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis*, 13(2004)1, S. 21-26
- Jörissen, J.: Flächeninanspruchnahme – Weniger und intelligenter? *TAB-Brief*, (2004)27, S. 6-14
- Jörissen, J.; Coenen, R.; Stelzer, V.: Nachhaltigkeitsprobleme im Bereich Wohnen und Bauen und strategische Ansätze zu ihrer Bewältigung. *Forschungszentrum Karlsruhe – Nachrichten*, 36(2004)4, S. 198-205
- Klüver, L.; Bellucci, S.; Berloznik, R.; Bütschi, D.; Carius, R.; Cope, D.; Cruz-Castro, L.; Decker, M.; Gram, S.; Grunwald, A.; Hennen, L.; Karapiperis, Th.; Ladikas, M.; Machleidt, P.; et al.: *Technology assessment in Europe: Conclusions & wider perspectives*. In: Decker, M.; Ladikas, M. (Hrsg.): *Bridges between science, society and policy. Technology assessment – Methods and impacts*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2004, S. 87-98 (Wissenschaftsethik und Technikfolgenbeurteilung, Bd. 22)
- Kopfmüller, J.: Ein Meilenstein auf dem Weg zur Nachhaltigkeit: die „Informationsstelle Umweltforschung“. *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis*, 13(2004)1, S. 36-42
- Kopfmüller, J.: Nachhaltige Entwicklung in Deutschland: Bewertungskonzept, Kernprobleme und Handlungsnotwendigkeiten. *Forschungszentrum Karlsruhe – Nachrichten*, 36(2004)4, S. 193-197
- Krings, B.-J.: Auswirkungen der Informationstechnologien auf die Arbeitswelt. *Forschungszentrum Karlsruhe – Nachrichten*, 36(2004)4, S. 243-247

- Kälber, S.; Leible, L.; Kappler, G.; Lange, S.; Nieke, E.; Wintzer, D.; Fürniß, B.: Combustion and gasification of wood residues and straw – Basic findings of a technology assessment. In: Van Swaaij, W. P. M.; Fjällström, T.; Helm, P.; Grassi, A. (Hrsg.): Second world biomass conference. Biomass for energy, industry and climate protection. Proceedings of the world conference, Rom, Italien, 10. - 14.05.2004. Florenz, München: ETA, WIP 2004, S. 1050-1053
- Lange, S.; Reimert, R.; Leible, L.; Kälber, S.; Nieke, E.: Fast pyrolysis of straw: Assessment of the investments of the first commercial plants. In: Van Swaaij, W. P. M.; Fjällström, T.; Helm, P.; Grassi, A. (Hrsg.): Second world biomass conference. Biomass for energy, industry and climate protection. Proceedings of the world conference, Rom, Italien, 10. - 14.05.2004. Florenz, München: ETA, WIP 2004, S. 997-999
- Lehn, H.: Siedlungswasserwirtschaft. Mit Vielfalt zum Erfolg. Globale Veränderungen erfordern angepasste Technologien. *Zfk Zeitung für kommunale Wirtschaft*, 50(2004)10, S. 18
- Lehn, H.: Sustainable sanitation systems – Dissolving the antagonism between urban comfort and hygienic pollution of urban environs. In: Wilding, P. (Hrsg.): International Summer Academy on Technology Studies. Urban infrastructure in transition: What can we learn from history? Conference Proceedings. Graz, S. 181-193
- Leible, L.; Kälber, S.; Kappler, G.; Lange, S.; Nieke, E.; Wintzer, D.; Fürniß, B.: Biogenic residues and waste for heat and power production – Competitiveness, CO₂ mitigation costs and employment effects. In: Van Swaaij, W. P. M.; Fjällström, T.; Helm, P.; Grassi, A. (Hrsg.): Second world biomass conference. Biomass for energy, industry and climate protection. Proceedings of the world conference, Rom, Italien, 10. - 14.05.2004. Florenz, München: ETA, WIP 2004, S. 2113-2116
- Leible, L.; Kälber, S.; Kappler, G.; Lange, S.; Nieke, E.; Proplesch, P.; Wintzer, D.; Fürniß, B.: Energie aus biogenen Rest- und Abfallstoffen. *Forschungszentrum Karlsruhe – Nachrichten*, 36(2004)4, S. 206-212
- Leible, L.; Kälber, S.; Kappler, G.; Lange, S.; Nieke, E.; Proplesch, P.; Wintzer, D.; Fürniß, B.: Gaserzeugung aus Biomasse – Systemanalytische Begleitforschung. In: Akademie Ländlicher Raum (Hrsg.): *Nachwachsende Rohstoffe für Baden-Württemberg – Forschungsprojekte für den Ländlichen Raum*. Tagungsband zur Tagung vom 14. Oktober 2004, Universität Hohenheim, Aula im Schloss. Schwäbisch Gmünd: Akademie Ländlicher Raum 2004, S. 1-11
- Malcher, L.; Henrich, E.; Krebs, L.; Leible, L.: Slurry- und Synthesegaserzeugung aus trockener Biomasse – zentral oder dezentral? In: Akademie Ländlicher Raum (Hrsg.): *Nachwachsende Rohstoffe für Baden-Württemberg – Forschungsprojekte für den Ländlichen*

- Raum. Tagungsband zur Tagung vom 14. Oktober 2004, Universität Hohenheim, Aula im Schloss. Schwäbisch Gmünd: Akademie Ländlicher Raum 2004, S. 1-13
- Meyer, R.: Politikberatung bei mehrfacher „Unschärfe“. TAB-Projekt „Integrierte Umwelttechnik“. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 13(2004)1, S. 31-36
- Mödinger, J.; Kobus, H.; Schnitzler, S.; Lehn, H.: Ansätze für eine nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung und -nutzung im Rhein-Neckar-Raum bei konkurrierenden Interessen. WasserWirtschaft, 94(2004)12, S. 40-45
- Oertel, D.: Nanotechnologie in Forschung, Entwicklung und Anwendung. TAB-Projekt Nanotechnologie (TA-Projekt). Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 13(2004)2, S. 17-20
- Oortwijn, W.; Reuzel, R.; Decker, M.: Ethical inquiry and (health) technology assessment: The social shaping perspective. Poiesis & Praxis, International Journal of Ethics of Science and TA, 2(2004)2-3, S. 91
- Orwat, C.; Holtmann, C.: Sozio-ökonomische Herausforderung des Grid-Computing. Forschungszentrum Karlsruhe – Nachrichten, 36(2004)4, S. 240-242
- Parodi, O.: Rationalität unter ökologischem Vorzeichen. In: Fobel, P.; Banse, G.; Kiepas, A.; Zecha, G. (Hrsg.): Rationalität in der Angewandten Ethik. Banska Bystrica: Matej-Bel Universität 2004, S. 159-169
- Paschen, H.: Technikfolgenabschätzung zum Raumtransportsystem SÄNGER. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 13(2004)1, S. 27-31
- Paschen, H.; Coenen, Chr.; Fleischer, T.; Grünwald, R.; Oertel, D.; Revermann, Ch.: Stand und Perspektiven der Nanotechnologie. Wissenschaftsnotizen, (2004)21, S. 51-56
- Paskaleva-Shapira, K.: Sustainable urban tourism: Involving local agents and partnerships for new forms of governance (SUT-Governance) Project legacy and the new challenges. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 13(2004)1, S. 43-48
- Petermann, Th.: „Smart Borders“ durch Biometrie? TAB-Projekt Biometrie – 2. Sachstandsbericht. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 13(2004)1, S. 80-84
- Petermann, Th.: Biometrische Ausweisdokumente kommen – Entwickelt, erprobt, implementiert. TAB-Brief, (2004)26, S. 22-25
- Petermann, Th.: Performance, political context and legal considerations. Dr. Thomas Petermann, from the Office of Technology Assessment at the German Parliament, summarises a TAB report on biometric IC cards. Public Service Review: European Union, (2004), S. 154-155
- Petermann, Th.: Tourismus und Tourismuspolitik im Zeitalter der Globalisierung. In: Institut für Mobilitätsforschung (ifmo) (Hrsg.): Erlebniswelten und Tourismus. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2004, S. 60-70 (Mobilitätsverhalten in der Freizeit)

- Petermann, Th.; Coenen, Chr.; Grünwald, R.: Die militärische Nutzung des Weltraums und Möglichkeiten der Rüstungskontrolle. In: Kubbig, B. W.; Glebocki, M.; Wicker, A.; Adam, R. (Hrsg.): *Raketenabwehrforschung International*. Frankfurt am Main: Hessische Stiftung Friedens- und Konfliktforschung 2004, (nur online) (Bulletin Nr. 44, Sommer 2004)
- Reher, E.-O.; Banse, G.: Zum Zusammenhang von Empirischem und Theoretischem in den technologischen Wissenschaften – Grundzüge einer Allgemeinen Verfahrenswissenschaft. In: Banse, G.; Reher, E.-O. (Hrsg.): *Fortschritte bei der Herausbildung der allgemeinen Technologie*. Symposium der Leibniz-Sozietät und des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse des Forschungszentrums Karlsruhe, am 14. Mai 2004 in Berlin. Berlin: trafo 2004, S. 121-153 (Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, Bd. 75)
- Reuzel, R.; Oortwijn, W.; Decker, M.; Clausen, Ch.; Gallo, P.; Grin, J.; Grunwald, A.; Hennen, L.; Wilt, G. J. van der; Yoshinaka, Y. hics and HTA: Some lessons and challenges for the future. *Poiesis & Praxis, International Journal of Ethics of Science and TA*, 2(2004)2/3, S. 247-256
- Riehm, U.: Buchhandel. In: Kuhlen, R.; Seeger, Th.; Strauch, D. (Hrsg.): *Grundlagen der praktischen Information und Dokumentation*. Band 1: Handbuch zur Einführung in die Informationswissenschaft und -praxis. 5., völlig neu gefasste Ausgabe. München: Saur 2004, S. 525-531
- Riehm, U.: Changes in the producer-consumer relationship in electronic commerce – Examples from book publishing and trade. In: Koslowski, P.; Hubig, Ch.; Fischer, P. (Hrsg.): *Business ethics and the electronic economy*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2004, S. 44-58
- Riehm, U.: E-Commerce: Begriff, Geschichte, aktueller Stand und Ausblick. In: Kübler, H.-D.; Elling, E. (Hrsg.): *Wissensgesellschaft. Neue Medien und ihre Konsequenzen*. Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung (bpb) 2004 (Medienpädagogik – auf CD-ROM sowie im Internet)
- Riehm, U.; Böhle, K.; Wingert, B.: Elektronisches Publizieren. In: Kuhlen, R.; Seeger, Th.; Strauch, D. (Hrsg.): *Grundlagen der praktischen Information und Dokumentation*. Band 1: Handbuch zur Einführung in die Informationswissenschaft und -praxis. 5., völlig neu gefasste Ausgabe. München: Saur 2004, S. 549-559
- Rösch, Ch.; Stelzer, V.; Raab, K.: Perspektiven einer nachhaltigen Grünlandnutzung zur Energieerzeugung. In: *Akademie Ländlicher Raum* (Hrsg.): *Nachwachsende Rohstoffe für Baden-Württemberg – Forschungsprojekte für den Ländlichen Raum*. Tagungsband zur Tagung vom 14. Oktober 2004, Universität Hohenheim, Aula im Schloss. Schwäbisch Gmünd: Akademie Ländlicher Raum 2004, S. 1-11

- Sauter, A.: Neue Sorten, neue Produkte, neue Kontroversen. Gen-ethischer Informationsdienst, 20(2004)164, S. 27-29
- Sauter, A.; Hennen, L.: Präimplantationsdiagnostik zwischen Verbot und Marktfreigabe. Praxis und Regulierung der PID im Ländervergleich. Soziale Technik, 14(2004)3, S. 9-11
- Stehr, N.: Wissensgesellschaft. In: Jueger, F.; Liebsch, B.; Rögen, J.; Straub, L. (Hrsg.): Handbuch der Kulturwissenschaften. Stuttgart: J. B. Metzler 2004, S. 34-49 (Themen und Tendenzen, Bd. 3)
- Stehr, N.; Grundmann, N.: Die Natur und die Natur der Gesellschaft. In: Fischer, L. (Hrsg.): Projektionsfläche Natur. Zum Zusammenhang von Naturbildern und gesellschaftlichen Verhältnissen. Hamburg: Hamburg University Press 2004, S. 261-275
- Stelzer, V.: City and environment – Visions for 2030. planum – the european journal of planning, (2004), S. 1-5 (online)
- Weber, A.; Bohlin, E.; Lindmark, S.; Wingert, B.: Developments for 4G and European policy. info, 6(2004)6, S. 383-387
- Wingert, B.; Berg, I. von: Systemanalyse und Technikfolgenabschätzung als Politikberatung in Deutschland – Versuch einer Würdigung von Reinhard Coenen – Einführung in den Schwerpunkt. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 13(2004)1, S. 5-7
- Wintzer, D.: Technikfolgenabschätzung zum verstärkten Einsatz von Steinkohle in der Bundesrepublik Deutschland. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 13(2004)1, S. 17-21

4.7.5 Forschungsberichte 2003

- Achternbosch, M.; Bräutigam, K.-R.; Hartlieb, N.; Kupsch, Chr.; Richers, U.; Stemmermann, P.; Gleis, M.: Heavy metals in cement and concrete resulting from the Co-incineration of wastes in cement kilns with regard to the legitimacy of waste utilisation. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe 2003 (Wissenschaftliche Berichte, FZKA 6923)
- Achternbosch, M.; Bräutigam, K.-R.; Kupsch, Chr.; Reißler, B.; Sardemann, G.: Analyse der Umweltauswirkungen bei der Herstellung, dem Einsatz und der Entsorgung von CFK- bzw. Aluminiumrumpfkomponten. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe 2003 (Wissenschaftliche Berichte, FZKA 6879)
- Arlt, A.: Systemanalytischer Vergleich zur Herstellung von Ersatzbrennstoffen aus biogenen Abfällen, am Beispiel von kommunalem Klärschlamm, Bioabfall und Grünabfall – Dissertation, Universität Stuttgart 2003. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe 2003 (Wissenschaftliche Berichte, FZKA 6949)

- Bechmann, G.; Beck, S.: Gesellschaft als Kontext von Forschung. Neue Formen der Produktion und Integration von Wissen – Klimamodellierung zwischen Wissenschaft und Politik. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe 2003 (Wissenschaftliche Berichte FZKA 6805)
- Burhin, F.; Paskaleva-Shapira, K.; Santamaria, S.: European governance for sustainable urban tourism: Benchmarking report, EU SUT-Governance Project
- Coenen, R.; Grunwald, A.; Kopfmüller, J.: Nachhaltige Entwicklung und Globaler Wandel. Konsequenzen für die Forschung am Beispiel des Themenfelds Biodiversität – Diskussionspapier. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe 2003
- Fleischer, T.; Oertel, D.: Fuel cells – Impact and consequences of fuel cells technology on sustainable development. Seville: European Communities 2003 (European Science and Technology Observatory (ESTO), EUR 20681 EN)
- Hennen, L.; Petermann, Th.; Scherz, C.: Langzeit- und Querschnittsfragen in europäischen Regierungen und Parlamenten. Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) 2003 (TAB-Arbeitsbericht Nr. 86)
- Hocke-Bergler, P.; Stolle, M.; Gloede, F.: Ergebnisse der Bevölkerungsumfragen, der Medienanalyse und der Evaluation der Tätigkeit des AkEnd – Endbericht. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe 2003
- Krings, B.-J.: Wandel der Arbeits- und Lebensbedingungen im Multimediabereich aus der Genderperspektive. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe 2003 (Wissenschaftliche Berichte, FZKA 8692)
- Leible, L.; Arlt, A.; Fürniß, B.; Kälber, S.; Kappler, G.; Lange, S.; Nieke, E.; Rösch, Ch.; Wintzer, D.: Energie aus biogenen Rest- und Abfallstoffen. Bereitstellung und energetische Nutzung organischer Rest- und Abfallstoffe sowie Nebenprodukte als Einkommensalternative für die Land- und Forstwirtschaft – Möglichkeiten, Chancen und Ziele. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe 2003 (Wissenschaftliche Berichte, FZKA 6882)
- Meyer, R.: Potenziale für eine verbesserte Verbraucherinformation. Endbericht zum TA-Projekt „Entwicklungstendenzen von Nahrungsmittelangebot und -nachfrage und ihre Folgen“. Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag 2003 (TAB-Arbeitsbericht Nr. 89)
- Meyer, R.: Potenziale zur Erhöhung der Nahrungsmittelqualität. Endbericht zum TA-Projekt „Entwicklungstendenzen von Nahrungsmittelangebot und -nachfrage und ihre Folgen“. Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag 2003 (TAB-Arbeitsbericht Nr. 87)
- Meyer, R.: Qualität, Regionalität und Verbraucherinformation bei Nahrungsmitteln. Zusammenfassender Endbericht zum TA-Projekt „Entwicklungstendenzen von Nahrungs-

- mittelangebot und -nachfrage und ihre Folgen“. Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) 2003 (TAB-Arbeitsbericht Nr. 90)
- Paschen, H.; Coenen, Chr.; Fleischer, T.; Grünwald, R.; Oertel, D.; Revermann, Ch.: Nanotechnologie – Endbericht. Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) 2003 (TAB-Arbeitsbericht Nr. 92)
- Paschen, H.; Oertel, D.; Grünwald, R.: Möglichkeiten geothermischer Stromerzeugung in Deutschland – Sachstandsbericht. Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) 2003 (TAB-Arbeitsbericht Nr. 84)
- Paskaleva, K.: Sustainable Urban Tourism: Involving Local Agents and Partnerships for New Forms of Governance: European Union FP5 'SUT-Governance' Project Final Report. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe 2003
- Paskaleva-Shapira, K.: EU 'SUT-Governance' project – Final report. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe 2003
- Paskaleva-Shapira, K.; Curwell, S.; Soubra, S.; Huovila, O.: Intelligent sustainable cities of Europe 2030: Key scenarios and research challenges, European Union IST INTELCTITY. (Project Report No. ED 1.4)
- Petermann, Th.; Coenen, Chr.; Grünwald, R.: Militärische Nutzung des Weltraums und Möglichkeiten der Rüstungskontrolle im Weltraum – Sachstandsbericht. Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) 2003 (TAB-Arbeitsbericht Nr. 85)
- Petermann, Th.; Scherz, C.; Sauter, A.: Biometrie und Ausweisdokumente. Leistungsfähigkeit, politische Rahmenbedingungen, rechtliche Ausgestaltung – 2. Sachstandsbericht. Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) 2003 (TAB-Arbeitsbericht Nr. 93)
- Sauter, A.; Meyer, R.: Potenziale zum Ausbau der regionalen Nahrungsmittelversorgung. Endbericht zum TA-Projekt „Entwicklungstendenzen von Nahrungsmittelangebot und -nachfrage und ihre Folgen“. Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) 2003 (TAB-Arbeitsbericht Nr. 88)
- Schmid, G.; Decker, M.; Ernst, H.; Fuchs, H.; Grünwald, W.; Grünwald, A.; Hofmann, H.; Mayor, M.; Rathgeber, W.; Simon, U.; Wyrwa, D.: Small dimensions and material properties. A definition of nanotechnology. Bad Neuenahr-Ahrweiler: Europäische Akademie 2003 (Graue Reihe Nr. 35)
- Skrabe, K.; Wingert, B.: Design und Psychologie von eBooks – Abschlussbericht der AG2 der MMK2002 in Münster. Karlsruhe: Manuskript 2003

4.7.6 Forschungsberichte 2004

- Casaal, C. R.; Burgelman, J. C.; Carat, G. (Hrsg.) Bohlin, E.; Lindmark, S.; Björkdahl, J.; Weber, A.; Wingert, B.; Ballon, P. (Autoren): The future of mobile communications in the EU: Accessing the potential of 4G. An ESTO project report. Sevilla: European Communities 2004 (Technical Report EUR 21192 EN)
- Dusseldorp, M.; Rösch, Ch.: Stand und Perspektiven des Einsatzes von moderner Agrartechnik im ökologischen Landbau. Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) 2004 (TAB-Hintergrundpapier Nr. 12)
- Grünwald, R.; Oertel, D.: Leichter-als-Luft-Technologie. Innovations- und Anwendungspotenziale. – Sachstandsbericht. Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) 2004 (TAB-Arbeitsbericht Nr. 97)
- Halbritter, G.; Fleischer, T.; Fulda, E.; Kupsch, Chr.; Kloas, J.; Voigt, U.: Monitoring internationaler Erfahrungen im Bereich Verkehrstelematik. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe 2004 (Wissenschaftliche Berichte, FZKA 7055)
- Halbritter, G.; Fleischer, T.; Fulda, E.; Kupsch, Chr.; Kloas, J.; Voigt, U.: Monitoring internationaler Erfahrungen im Bereich Verkehrstelematik – Materialienband. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe 2004 (Wissenschaftliche Berichte, FZKA 7056)
- Hennen, L.; Petermann, Th.; Scherz, C.: Partizipative Verfahren der Technikfolgen-Abschätzung und parlamentarische Politikberatung. Neue Formen der Kommunikation zwischen Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit. Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) 2004 (TAB-Arbeitsbericht Nr. 96)
- Hennen, L.; Sauter, A.: Präimplantationsdiagnostik. Praxis und rechtliche Regulierung in sieben ausgewählten Ländern – Sachstandsbericht. Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) 2004 (TAB-Arbeitsbericht Nr. 94)
- Jörissen, J.; Coenen, R.: Instrumente zur Steuerung der Flächennutzung. Auswertung einer Befragung der interessierten und betroffenen Akteure. Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) 2004 (TAB-Hintergrundpapier Nr. 10)
- Revermann, Ch.: eLearning – Europäische eLearning-Aktivitäten: Programme, Projekte und Akteure. Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) 2004 (TAB-Hintergrundpapier Nr. 11)

4.7.7 Zeitschrift „Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis“

Die Zeitschrift „Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis“ (TATuP; vormals TA-Datenbank-Nachrichten) wird seit 1992 vom ITAS herausgegeben. Im Laufe der Jahre hat sich die Zeitschrift zu einem in der „TA community“ und

darüber hinaus geschätzten Publikationsorgan entwickelt, in dem aktuell über institutionelle Entwicklungen im Bereich TA und verwandten Ansätzen (wie Technologie-Monitoring, Technology Foresight, Evaluationsstudien u.a.m.) berichtet wird. Des Weiteren tragen Berichte aus dem europäischen Ausland, Reviews internationaler Veröffentlichungen und kritische Beiträge im „Diskussionsforum“ sowie die Rubrik „TA-Konzepte und –Methoden“ zu einer weiteren konzeptionellen Profilierung des Begriffs „Technikfolgenabschätzung“ bei.

Das „Schwerpunktthema“ eines jeden Heftes ist die umfangreichste und anspruchvollste Rubrik, in der ein jeweils aktuelles wissenschaftlich-technisches Thema aus unterschiedlichen Perspektiven (auch der betroffenen Akteure) möglichst umfassend dargestellt wird. Die Themen der Schwerpunkte der Jahrgänge 2003 und 2004 sind im Folgenden aufgelistet:

Heft 1/2003 (März):

„Evaluation von Forschung“

Heft 2/2003 (Juni):

„Foresight“

Heft 3-4/2003 (November):

„Das integrative Nachhaltigkeitskonzept der HGF im Spiegel der Praxis“

Heft 1/2004 (März):

„Systemanalyse und Technikfolgenabschätzung als Politikberatung in Deutschland. Versuch einer Würdigung von Reinhard Coenen“

Heft 2/2004 (Juni):

„Große Aufmerksamkeit für kleine Welten – Nanotechnologie und ihre Folgen“

Heft 3/2004 (Dezember):

„Wissenspolitik – ein neues Forschungs- und Handlungsfeld?“

Die Zeitschrift ist kostenlos über das ITAS zu beziehen. Die Jahrgänge ab 1995 sind auch elektronisch auf der Homepage des ITAS verfügbar: <http://www.itas.fzk.de/deu/tatup/inhalt.htm>

4.8 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des ITAS

Achternbosch, Matthias	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dr., Dipl.-Chemiker
Banse, Gerhard (delegiert seit 01.05.2004)	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Professor, Dr.
Bechmann, Gotthard	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Rechtsreferendar
Bechmann, Martin	Doktorand	Dipl.-Soziologe
Beck, Silke (bis 30.06.2003)	Wissenschaftliche Mitarbeiterin	Dr., Dipl.-Soziologin
Berg, Ingrid von	Wissenschaftliche Mitarbeiterin	Dipl.-Übersetzerin
Besson, Edith (seit 01.07.2004)	Wissenschaftliche Mitarbeiterin	MA Geography and Public Policy
Böhle, Knud	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dipl.-Soziologe, M. A.
Brandl, Volker (bis 29.02.2004)	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dr., Dipl.-Physiker
Bräutigam, Klaus-Rainer	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dipl.-Physiker
Brinckmann, Andrea (bis 30.04.2004)	Doktorandin	Dr., M. A.
Brune, Dietrich (bis 30.09.2003)	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dipl.-Physiker
Coenen, Reinhard (bis 31.01.2004)	Stellvertretender Institutsleiter	Dipl.-Volkswirt
Decker, Michael	Stellvertretender Institutsleiter	Dr., Dipl.-Physiker
Dusseldorp, Marc (ab 15.08.2004)	Doktorand	Dipl.-Geoökologe
Fiedeler, Ulrich	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dr., Dipl.-Physiker
Fleischer, Torsten	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dipl.-Physiker
Fürniß, Beate	Programmiererin	Math.-techn. Assistentin
Gloede, Fritz	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dipl.-Soziologe
Grunwald, Armin	Institutsleiter	Professor, Dr.
Halbritter, Günter	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Professor, Dr.
Hartlieb, Nicola	Wissenschaftliche Mitarbeiterin	Dr., Dipl.-Geoökologin
Hauser, Robert (ab 01.08.2004)	Doktorand	M. A. Kulturwissen- schaften
Heincke, Maren (bis 16.02.2003)	Wissenschaftliche Mitarbeiterin	Dr. sc. (agr.), Dipl.-Ing. (agr.)
Hocke-Bergler, Peter	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dr., Dipl.-Politologe

Hoffmann, Brigitte	Wissenschaftliche Mitarbeiterin	Dipl.-Soziologin
Jörissen, Juliane	Wissenschaftliche Mitarbeiterin	Dipl.-Ingenieurin
Kälber, Stefan	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dipl.-Ingenieur
Kappler, Gunnar (ab 15.04.2003)	Doktorand	Dipl.-Umweltwissen- schaftler
Kaufmann, Gabriele	Sekretärin	
Klein-Vielhauer, Sigrid	Wissenschaftliche Mitarbeiterin	Dipl.-Volkswirtin
Kopfmüller, Jürgen	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dipl.-Volkswirt
Krings, Bettina-Johanna	Wissenschaftliche Mitarbeiterin	M. A. Politikwissenschaft
Kullmann, Margareta	Sekretärin/Sachbearbeiterin	
Kupsch, Christel	Programmiererin	
Laier, Waltraud	Sekretärin	
Lange, Stephan	Doktorand	Dipl.-Ingenieur
Lehn, Helmut (seit 01.02.2004)	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dr., Staatsexamen in Biologie und Chemie
Leible, Ludwig	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dr., Dipl.-Ing. (agr.)
Leßmann, Eckhard (bis 30.09.2004)	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dr., Dipl.-Physiker
Mäule, Monika	Programmiererin	
Meyer, Rolf (seit 01.05.2005)	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dr., Dipl.-Ing.
Neu-Thoss, Charlotte	Bibliothek	
Nieke, Eberhard	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dipl.-Wirtschaftsingenieur
Orwat, Carsten	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dr., Dipl.-Volkswirt
Parodi, Oliver	Doktorand	Dipl.-Ingenieur
Paskaleva-Shapira, Krassimira	Wissenschaftliche Mitarbeiterin	Dr., Regional Science
Petermann, Gabriele	Sekretärin	
Proplesch, Peter (seit 01.01.2003)	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dr.-Ing.
Raab, Konrad (seit 01.08.2004)	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dipl.-Biologe
Rader, Michael	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dr., Dipl.-Soziologe
Riehm, Ulrich (bis 31.05.2005)	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dipl.-Soziologe
Rösch, Christine	Wissenschaftliche Mitarbeiterin	Dr., Dipl.-Agrarbiologin

Sardemann, Gerhard	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dipl.-Meteorologe
Schmidt-Leis, Bettina	Sekretärin	
Schulz, Volkhard	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dipl.-Physiker
Stehr, Nico (bis 07.07.2004)	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Professor, Dr.
Stelzer, Volker	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dr., Dipl.-Geograph
Stolle, Martin (bis 30.06.2003)	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dr., Dipl.-Soziologe
Störtzer, Maria-Luise (bis 30.04.2005)	Hausmeisterin	
Weber, Arnd	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dr., Dipl.-Volkswirt
Werner, Matthias	Doktorand	M. A. Politologe
Wingert, Bernd	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dipl.-Psychologe
Woitowitz, Axxl (bis 30.04.2004)	Doktorand	Dipl. oec. troph.
Woll, Tobias (bis 31.12.2004)	Doktorand	M. A. Politologie, Soziologie

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des TAB

Coenen, Christopher	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dipl.-Politologe
Goelsdorf, Brigitta-Ulrike	Sekretärin/Sachbearbeiterin	
Grunwald, Armin	Leiter des TAB	Professor, Dr.
Grünwald, Reinhard	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dr., Dipl.-Physiker
Hennen, Leonhard	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dr., Dipl.-Soziologe
Meyer, Rolf (bis 30.04.2005)	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dr. habil., Dipl.-Ingenieur (agr.)
Oertel, Dagmar	Wissenschaftliche Mitarbeiterin	Dr., Dipl.-Chemikerin
Petermann, Thomas	Stellvertretender Leiter des TAB	Dr., Politikwissen- schaften
Rastätter, Gaby	Sekretärin	
Revermann, Christoph	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dr., Dipl.-Biologe
Riehm, Ulrich (ab 01.06.2005)	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dip.-Soziologe
Sauter, Arnold	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Dr., Dipl.-Biologe
Scherz, Constanze	Wissenschaftliche Mitarbeiterin	Dipl.-Soziologin

