



BÜRO FÜR TECHNIKFOLGEN-ABSCHÄTZUNG  
BEIM DEUTSCHEN BUNDESTAG

# TÄTIGKEITSBERICHT 2006

# 06

Juni 2007  
Arbeitsbericht Nr. 119



Umschlagbild aus:

›Spandauer Vorstadt in Berlin-Mitte – Ein Kunst- und Denkmalführer‹, Michael Imhof Verlag, Petersberg.  
Mit freundlicher Genehmigung von Herrn Michael Imhof.

---

|             |  |    |
|-------------|--|----|
|             | <b>VORWORT</b>   | 5  |
| <hr/>       |  |    |
| <b>I.</b>   | <b>ZIELSETZUNG UND ARBEITSSCHWERPUNKTE</b>   | 7  |
| <hr/>       |  |    |
| <b>II.</b>  | <b>ORGANISATION</b>  | 11 |
| <hr/>       |  |    |
| <b>III.</b> | <b>TA-PROJEKTE</b>   | 15 |
|             | 1. BIOBANKEN FÜR DIE HUMANMEDIZINISCHE FORSCHUNG<br>UND ANWENDUNG  | 15 |
|             | 2. PERSPEKTIVEN EINES CO <sub>2</sub> - UND EMISSIONSARMEN VERKEHRS –<br>KRAFTSTOFFE UND ANTRIEBE IM ÜBERBLICK   | 19 |
|             | 3. HIRNFORSCHUNG   | 23 |
|             | 4. POTENZIALE UND ANWENDUNGSPERSPEKTIVEN DER BIONIK  | 26 |
|             | 5. AUSWIRKUNGEN DES EINSATZES TRANSGENEN SAATGUTS AUF DIE<br>WIRTSCHAFTLICHEN, GESELLSCHAFTLICHEN UND POLITISCHEN<br>STRUKTUREN IN ENTWICKLUNGSLÄNDERN | 30 |
|             | 6. INTERNETKOMMUNIKATION IN UND MIT ENTWICKLUNGSLÄNDERN –<br>CHANCEN FÜR DIE ENTWICKLUNGSZUSAMMENARBEIT AM BEISPIEL AFRIKA                             | 32 |
|             | 7. ÖFFENTLICHE ELEKTRONISCHE PETITIONEN UND<br>BÜRGERSCHAFTLICHE TEILHABE  | 33 |
|             | 8. GENDOPING   | 35 |
|             | 9. CHANCEN UND HERAUSFORDERUNGEN NEUER ENERGIEPFLANZEN   | 37 |
| <hr/>       |  |    |
| <b>IV.</b>  | <b>MONITORING</b>  | 41 |
|             | 1. eLEARNING IN FORSCHUNG, LEHRE UND WEITERBILDUNG   | 41 |
|             | 2. ZIELGRUPPENORIENTIERTES eLEARNING   | 45 |
|             | 3. eLEARNING UND SCHULE  | 47 |
|             | 4. INDUSTRIELLE STOFFLICHE NUTZUNG NACHWACHSENDER ROHSTOFFE  | 49 |
|             | 5. ENERGIESPEICHER – STAND UND PERSPEKTIVEN  | 53 |
|             | 6. CO <sub>2</sub> -ABSCHEIDUNG UND -SPEICHERUNG BEI KRAFTWERKEN   | 55 |

---

|             |  |           |
|-------------|--|-----------|
| <b>V.</b>   | <b>WEITERE AKTIVITÄTEN</b>   | <b>57</b> |
| 1.          | ANALYSE VON ERFOLGS- BZW. HEMMNISFAKTOREN BEI UNTERNEHMENS-<br>AUSGRÜNDUNGEN AUS ÖFFENTLICHEN FORSCHUNGSEINRICHTUNGEN<br>(POLITIKBENCHMARKING)   | 57        |
| 2.          | INDIVIDUALISIERTE MEDIZIN UND GESUNDHEITSWESEN<br>(ZUKUNFTSREPORT)   | 61        |
| 3.          | HANDLUNGSOPTIONEN ZUR SICHERUNG DER INTERNATIONALEN<br>WETTBEWERBSFÄHIGKEIT FORSCHUNGS- UND WISSENSINTENSIVER<br>BRANCHEN IN DEUTSCHLAND AM BEISPIEL DER PHARMAZEUTISCHEN<br>INDUSTRIE (INNOVATIONSREPORT) | 64        |
| 4.          | ARBEITEN IN DER ZUKUNFT: STRUKTUREN UND TRENDS<br>DER INDUSTRIEARBEIT (ZUKUNFTSREPORT)   | 69        |
| 5.          | UBIQUITÄRES COMPUTING (ZUKUNFTSREPORT)   | 74        |
| <hr/>       |  |           |
| <b>VI.</b>  | <b>IN AUFTRAG GEGEBENE GUTACHTEN</b>   | <b>77</b> |
| <hr/>       |  |           |
| <b>VII.</b> | <b>PUBLIKATIONEN DES TAB</b>   | <b>81</b> |



# VORWORT



In der Folge der vorgezogenen Bundestagswahlen im September 2005 präsentierte sich der Adressat und Auftraggeber des TAB, der 16. Deutsche Bundestag, in veränderten politischen und personellen Konstellationen. Unmittelbar nachdem sich der zuständige Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung neu konstituiert hatte, gab es für das TAB die Gelegenheit, sich in der ersten Sitzung des Ausschusses zu präsentieren. Der Leiter des TAB, Prof. Dr. Armin Grunwald, berichtete über die aus seiner Sicht wichtigsten Herausforderungen der gemeinsamen Arbeit in der neuen Legislaturperiode. Alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter hatten die Gelegenheit, sich und ihre Projekte vorzustellen. Eine Diskussionsrunde mit den Mitgliedern des Ausschusses schloss sich an.

Entsprechend der Aufgabe des TAB war der Großteil der Aktivitäten des Jahres der Bearbeitung der TAB-Projekte und der Berichterstattung für das Parlament gewidmet. Folgende Projekte wurden mit der Vorlage von Berichten abgeschlossen: »Potenziale und Anwendungsperspektiven der Bionik« (TA-Projekt), »Perspektiven eines CO<sub>2</sub>- und emissionsarmen Verkehrs – Kraftstoffe und Antriebe im Überblick« (TA-Projekt) sowie »Vergleichende Analyse des Ausgründungsgeschehens aus öffentlichen Forschungseinrichtungen – Erfolgs- und Hemmnisfaktoren in ost- und westdeutschen Regionen« (Politikbenchmarking). Im Zuge der Berichterstattung zum TA-Projekt »Hirnforschung wurden ein Hintergrundpapier (Staatliche Förderstrategien für die Neurowissenschaften, HP-Nr. 15), zum Monitoring eLearning ein Arbeitsbericht (eLearning in Forschung, Lehre und Weiterbildung in Deutschland, AB-Nr. 107) und ein Hintergrundpapier (eLearning in Forschung, Lehre und Weiterbildung im Ausland, HP-Nr. 14) vorgelegt.

Neue Projekte des TAB zu definieren, war das Ziel eines bundestagsweiten Themenfindungsprozesses, im Zuge dessen alle Fachausschüsse des Parlaments angefragt wurden und die Fraktionen Gelegenheit hatten, Themen für das TAB vorzuschlagen. Nach ausführlichen Erörterungen aller Vorschläge im Berichterstattungskreis sowie über Prioritäten wurden durch den zuständigen Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung im Juni 2006 zwölf Themen zur Bearbeitung durch das TAB beschlossen.

Besonders erfreulich an diesem Findungsprozess war, dass über 30 Themenvorschläge aus zahlreichen Fachausschüssen vorlagen. Dies bestätigt einmal mehr das große Interesse an der Arbeit des TAB.

## DIE NEUEN THEMEN

- › Öffentliche elektronische Petitionen und bürger-schaftliche Teilhabe
- › CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Lagerung bei Kraftwerken
- › Gendoping
- › Energiespeicher – Stand und Perspektiven
- › Chancen und Herausforderungen neuer Energie-pflanzen
- › eLearning und Schule
- › Ubiquitäres Computing
- › Blockaden bei der Etablierung neuer Schlüsseltech-nologien
- › Medizintechnische Innovationen – Anforderungen für Forschungs- Gesundheits- und Wirtschaftspoli-tik
- › Biomedizinische Innovationen und klinische For-schung – Wettbewerbs- und Regulierungsfragen
- › Stand und Perspektiven der militärischen Nut-zung von unbemannten Systemen
- › Chancen und Perspektiven von behinderungskom-pensierenden Technologien am Arbeitsplatz

Die parlamentarische TA lebt wesentlich durch das Engagement der Parlamentarier. Wir danken deshalb allen Mitgliedern des Deutschen Bundestages, die das TAB bei seinen Bemühungen um parlamentarische Relevanz seiner Untersuchungsergebnisse unterstützt haben. Insbesondere danken sie den Berichter-statterinnen und Berichterstattern für TA im Aus-schuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenab-schätzung, Herrn Axel E. Fischer (CDU/CSU), Herrn Swen Schulz (SPD), Herrn Uwe Barth (FDP), Frau Dr. Petra Sitte (DIE LINKE) und Herrn Hans-Josef Fell (BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN) sowie der Vor-sitzenden des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung, Frau Ulla Burchardt (SPD), die in dieser Eigenschaft den Berichterstatter-kreis leitet. Ausdrücklich danken wir auch ihren Mit-arbeitern und Referenten, namentlich Herrn Kai M. Bickel, Frau Corinna Heiland, Herrn Dr. Wolfram Kreisel und Frau Katja Stamm sowie Herrn Stefan Röger. Unser Dank gilt schließlich auch dem Leiter des Ausschuss-Sekretariates, Herrn Andreas Meyer, sowie Frau Blanka Götsche und Herrn Friedhelm Kappen-stein. Sie haben die Arbeit des TAB stets konstruktiv begleitet und unterstützt.

PROF. DR. ARMIN GRUNWALD  
DR. THOMAS PETERMANN

# ZIELSETZUNG UND ARBEITSSCHWERPUNKTE I



## ZIELSETZUNG

Seit 1990 berät das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) das Parlament in wichtigen Fragen des technisch-gesellschaftlichen Wandels. Im Auftrag des Parlaments und seiner Gremien werden spezifische Themenfelder aus Wissenschaft und Technik analysiert und die Ergebnisse differenziert und möglichst aktuell vermittelt.

Technikfolgenabschätzung (TA) im Verständnis des TAB soll

- › die Potenziale neuer wissenschaftlich-technischer Entwicklungen analysieren und die damit verbundenen Chancen ausloten,
- › die Rahmenbedingungen der Realisierung und Umsetzung wissenschaftlich-technischer Entwicklungen untersuchen,
- › ihre potenziellen Auswirkungen vorausschauend und umfassend analysieren sowie die Chancen des Technikeinsatzes ebenso wie Möglichkeiten zur Vermeidung oder Abmilderung seiner Risiken aufzeigen

und auf dieser Grundlage

- › alternative Handlungs- und Gestaltungsoptionen für politische Entscheidungsträger entwickeln.

Damit soll vor allem ein Beitrag zur Verbesserung der Informationslage des Deutschen Bundestages und eine wissenschaftliche Fundierung seiner Meinungsbildung und Entscheidungsfindung geleistet werden. Zunehmend bemüht sich das TAB darum, Ergebnisse von TA intensiver als bislang einer interessierten Öffentlichkeit aktiv zu vermitteln und dadurch stärker zum öffentlichen Diskurs beizutragen.

## ARBEITSSCHWERPUNKTE, AKTIVITÄTEN

Zur Umsetzung der genannten Ziele führt das TAB vor allem prospektive Analysen mit unterschiedlichen Ansätzen durch.

### TA-PROJEKTE UND MONITORING

TA-Projekte und Monitoring haben sich insbesondere als Mittel, die zahlreichen thematischen Anforderungen der Fraktionen und Fachausschüsse in für die Zwecke des Deutschen Bundestages geeignete, umfassend angelegte Analyseprozesse zu überführen, bestens bewährt.

- › In TA-Projekten werden vor allem komplexe Themen der Wissenschafts- und Technikentwicklung bearbeitet, die einen ausgeprägten Querschnittscharakter haben und langfristig von Bedeutung sind.
- › Im Rahmen von Monitoringaktivitäten werden Prozesse des Wandels von Wissenschaft, Technik und Gesellschaft in Einzelschritten bearbeitet. Dadurch können in einer jeweils festzulegenden Abfolge thematische Teilaspekte (z.B. Regulierung, Innovationsaspekte, Erfahrungen im Ausland) analysiert und die Ergebnisse in Sachstandsberichten vermittelt werden.

### ZUKUNFTSREPORTS, POLITIKBENCHMARKING UND INNOVATIONSREPORTS

Mit diesen Analyseansätzen – für die der Kooperationspartner, das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (FhG-ISI), federführend ist – werden spezifisch ergänzende Perspektiven erschlossen:

- › »Zukunftsreports« sollen die eher mittel- und langfristig relevanten technologischen Felder mit mutmaßlichem parlamentarischem Handlungsbedarf identifizieren und damit u.a. die Möglichkeiten des Ausschusses erweitern, frühzeitig Themen auf die politische Agenda zu setzen.
- › Das »Politikbenchmarking« kann durch international vergleichende Studien zu im Ausland praktizierten Politikansätzen sowie dort diskutierten politischen Handlungsoptionen dazu beitragen, dass der Ausschuss Lösungsansätze in verschiedenen Ländern und Technikgebieten besser einzuschätzen vermag.
- › Durch »Innovationsreports« soll das aktuelle Innovationsgeschehen in Gebieten mit besonders hoher Dynamik und Brisanz bei häufig geringer empirischer Erschlossenheit aufgehellert werden.

Mit dem Ziel der kritischen Selbstreflexion der in der Projektarbeit verwendeten Methoden beschäftigt sich das TAB auch mit der Konzept- und Methodendiskussion im In- und Ausland und beteiligt sich daran mit eigenen Beiträgen.

### EUROPÄISCHE KOOPERATION

Das TAB ist Mitglied des European Parliamentary Technology Assessment (EPTA) Network und beteiligt sich aktiv an dem Austausch von Projektergebnissen sowie von Erfahrungen zu TA-Methoden und -Konzepten auf der europäischen Ebene.

Im Rahmen des EPTA-Netzwerks finden jährlich zwei regelmäßige Treffen statt: das Direktorentreffen im Frühjahr, das dem Erfahrungsaustausch auf der Arbeitsebene und der Beratung strategischer und konzeptioneller Fragen der TA gewidmet ist, und die EPTA-Konferenz im Herbst. Die Konferenz wird gemeinsam von den parlamentarischen TA-Einrichtungen und den zuständigen Parlamentsmitgliedern gestaltet. Sie dient der Vernetzung und dem Informationsaustausch zwischen den Akteuren der parlamentarischen TA auf europäischer Ebene.

Zur jährlichen Konferenz des Netzwerks hatte das norwegische Parlament (Stortinget) zusammen mit dem norwegischen Technologierat, der dieses Jahr die EPTA-Präsidentschaft innehatte, eingeladen. Sie stand unter dem Motto »Energy Transition in Europe«. Vier Themenblöcke bestimmten die Diskussion: 1. Wie können Parlamente dazu beitragen, den Übergang zu postfossilen Energiesystemen zu gestalten? 2. Welchen Beitrag können erneuerbare Energien leisten? 3. Können wir ohne Kernenergie auskommen? 4. Ist »saubere Kohle (Öl, Gas)« sauber genug? Neben der Konferenz fand turnusgemäß die Sitzung des sog. EPTA-Councils statt. Im Mittelpunkt stand eine Rahmenübereinkunft zu zukünftigen gemeinsamen EPTA-Projekten. Eine wichtige Rolle spielte die Frage, wie Parlamentarier besser in die Projekte eingebunden werden können.

Schließlich wurden die ersten zwei, kürzlich abgeschlossenen, gemeinsamen EPTA-Projekte vorgestellt und diskutiert: Das Projekt »ICT and Privacy in Europe« befasste sich mit Problemen des Schutzes der Privatsphäre und des Datenschutzes. Ferner wurde ein »EPTA overview on energy transition in Europe« präsentiert, der zur inhaltlichen Vorbereitung der EPTA-Konferenz erstellt wurde. Er umfasst 15 nationale bzw. regionale Kurzberichte. Beide Projekte wurden vom EPTA-Council als positive Beispiele für eine intensivere Vernetzung der Partnerinstitute begrüßt. Schließlich wurde die Konzeption für ein neues gemeinsames EPTA-Projekt zum Thema »Genetisch veränderte Pflanzen und Nahrungsmittel« vorgestellt. Ziel des Projekts ist es, die öffentliche Debatte zu diesem Thema aufzuarbeiten, kommende Kontroversen zu antizipieren sowie Herausforderungen für die zukünftige europäische Regulierung zu identifizieren.

Zum Abschluss des Treffens wurde der Vorschlag, die Präsidentschaft des EPTA-Netzwerks für 2007 Griechenland zu übertragen, einhellig begrüßt. Die nächste EPTA-Konferenz wird deshalb im Herbst 2007 in Athen stattfinden.



## ORGANISATION II



## ZUSTÄNDIGKEITEN UND ABLÄUFE

Das TAB als eine selbstständige wissenschaftliche Einrichtung wird vom Forschungszentrum Karlsruhe in der Helmholtz-Gemeinschaft – auf der Basis eines Vertrages mit dem Deutschen Bundestag – betrieben. Seit September 2003 kooperiert das Forschungszentrum Karlsruhe beim Betrieb des TAB mit dem Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (FhG-ISI), Karlsruhe.

### ZUSTÄNDIGKEITEN

Der Leiter des TAB wird vom Forschungszentrum Karlsruhe im Einvernehmen mit dem zuständigen Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung benannt. Prof. Dr. Armin Grunwald, der auch das Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des Forschungszentrums Karlsruhe leitet, trägt die wissenschaftliche Verantwortung für die Arbeitsergebnisse und vertritt sie gegenüber dem Deutschen Bundestag. Standort des TAB ist Berlin.

Der Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung ist als Steuerungsinstanz des TAB vor allem zuständig für die Entscheidung über das Arbeitsprogramm, die Abnahme von Endberichten sowie für die Kommunikation mit den Gremien und Mitgliedern des Deutschen Bundestages. Er bildet eine ständige »Berichterstattergruppe TA«, die aus je einem Mitglied der Fraktionen besteht. Diese bereitet alle das TAB betreffenden Entscheidungen des Ausschusses vor: vom Beschluss über die Durchführung eines TA-Vorhabens bis zur Abnahme des Abschlussberichts. Das Sekretariat des Ausschusses unterstützt die Berichterstatter bei ihren Aufgaben.

### THEMENFINDUNG

Das Arbeitsprogramm des TAB kommt aufgrund von Anträgen aus Fachausschüssen und Fraktionen des Deutschen Bundestages zustande. Der Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung sichtet und bündelt entsprechende Anfragen und Anträge und entscheidet, welche Themen durch das TAB bearbeitet werden sollen.

Zur Vorbereitung dieser Entscheidung erörtern die Berichterstatter für TA mit dem TAB die politische und wissenschaftliche Relevanz der beantragten Themen und einigen sich auf inhaltliche und zeitliche Prioritäten.

## DURCHFÜHRUNG UND ABSCHLUSS VON PROJEKTEN

Nach der Beschlussfassung über ein Thema durch den Ausschuss liegt die wissenschaftliche und organisatorische Durchführung der TA-Vorhaben beim TAB. Ein interdisziplinäres Projektteam entwickelt die weitere Konzeption und analysiert den Themenbereich. Zu zentralen definierten Fragestellungen schlägt das TAB dem Ausschuss die Vergabe von Gutachten an externe Experten bzw. wissenschaftliche Einrichtungen vor. Die Zusammenarbeit mit solchen externen Gutachtern und die von diesen erarbeiteten Gutachten bilden ein Kernstück der Projektarbeit.

Insbesondere zu Zwischenergebnissen werden Workshops und Fachgespräche unter Beteiligung von wissenschaftlichen Experten und Abgeordneten veranstaltet. Häufig werden auch Vertreter gesellschaftlicher Gruppen einbezogen. Solche Veranstaltungen dienen der weiteren Klärung wissenschaftlicher Streitfragen, der Integration unterschiedlicher gesellschaftlicher Problemwahrnehmungen sowie der Herausarbeitung politischer Handlungsoptionen.

Die Resultate aller Aktivitäten werden vom TAB zusammengeführt, und das Projekt wird mit einem Endbericht abgeschlossen. Der Ausschuss prüft und kommentiert die Abschlussberichte, nimmt sie nach Rücksprache mit den Initiatoren ab und beschließt die Veröffentlichung. Viele TAB-Berichte werden in Form von Bundestagsdrucksachen veröffentlicht und als sogenannte »Unterrichtung« in den parlamentarischen Beratungs- und Entscheidungsprozess eingebracht.

### TAB-WORKSHOPS, FACHGESPRÄCHE, ÖFFENTLICHE PRÄSENTATIONEN IM AUSSCHUSS

TAB-Workshops und Fachgespräche bieten vor allem die Möglichkeit des Gedankenaustauschs zwischen Parlamentariern, Wissenschaftlern und Vertretern gesellschaftlicher Gruppen, häufig anlässlich der Präsentation und Diskussion von Arbeitsergebnissen des TAB. Auch soll hierdurch die Kommunikation zwischen Wissenschaft, Gesellschaft und Deutschem Bundestag sowie der Wissens- und Meinungstransfer bereits vor Abschluss der Projekte erfolgen. Die Möglichkeit einer erweiterten öffentlichen Sitzung des Ausschusses wird fallweise genutzt, um Endberichte des TAB nicht nur den Mitgliedern des Ausschusses, sondern auch Vertretern von Wissenschaft, Verbänden und der Presse vorzustellen.

Für das Berichtsjahr soll ein Fachgespräch zur Grünen Gentechnik genannt werden.

### **FACHGESPRÄCH »TRANSGENE PFLANZEN DER 2. UND 3. GENERATION«**

Die Ergebnisse des TAB-Berichts »Grüne Gentechnik – Transgene Pflanzen der 2. und 3. Generation« waren einen Nachmittag lang Gegenstand einer gemeinsamen Veranstaltung des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung und des TAB am 22. Juni 2006. Der Einladung folgten fast 100 Gäste, darunter Vertreter der auf diesem Gebiet engagierten deutschen Industrie (u.a. BASF, Bayer), von Universitäten und anderen Forschungseinrichtungen, von Ministerien und Behörden, aber auch von Verbraucher- und Umweltverbänden. In drei Themenblöcken (Lösungspotenziale und Marktchancen nutzungsveränderter transgener Pflanzen; neuartige Sicherheits- und Regulierungsfragen; Forschungsförderung und politischer Diskurs) wurden jeweils zentrale Ergebnisse des TAB-Berichts präsentiert. Danach nahmen Referenten aus Wirtschaft, Regulierungsbehörden und der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften zu den Ergebnissen der TAB-Studie Stellung und berichteten über eigene Aktivitäten auf diesem Gebiet. Nachdem die Berichterstatter für TA die Position ihrer Fraktionen deutlich gemacht hatten, brachte die Ausschussvorsitzende, Ulla Burchardt, MdB, ihr Interesse an einer ausführlichen Beratung der Handlungsoptionen des TAB-Berichts zum Ausdruck. Die Veranstaltung kann als ein gelungenes Beispiel dafür angesehen werden, dass es trotz der hochsensiblen Thematik gelingen kann, in weitgehend ruhiger und sachlicher Atmosphäre einander zuzuhören und zu diskutieren.

### **FINANZIERUNG VON EXTERNEN GUTACHTERN**

Für die Projektaktivitäten des TAB stellt der Deutsche Bundestag zur Vergabe von Gutachten zu ausgewählten Fragestellungen Mittel zur Verfügung. Für die in diesem Bericht (Kap. III u. IV) aufgeführten TA-Projekte und Monitoringvorhaben (deren Laufzeiten aber über das Jahr 2006 hinausreichten) waren vertraglich etwa 1.530.000 Euro vorgesehen. Im Haushaltsjahr 2006 gelangten davon rund 613.000 Euro zur Auszahlung.

### **VERÖFFENTLICHUNGEN**

Die Ergebnisse der TA-Projekte und sonstiger Arbeiten des TAB werden in Form von TAB-Arbeitsbe-

richten sowie als Hintergrund- und Diskussionspapiere dokumentiert und verfügbar gemacht. Sie stehen auch – solange der Vorrat reicht – einer interessierten Öffentlichkeit kostenlos zur Verfügung. Endberichte zu TA-Projekten sowie fallweise zu anderen Projekten werden als Bundestagsdrucksachen veröffentlicht. Seit 1996 erscheinen TAB-Berichte fallweise auch in der Buchreihe »Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag«, edition sigma, Berlin, in spezifischen Fällen auch bei Fachverlagen.

Das TAB ist mit aktuellen Informationen im Internet ([www.tab.fzk.de](http://www.tab.fzk.de)) und im Intranet des Deutschen Bundestages vertreten. Der in der Regel zweimal pro Jahr erscheinende TAB-Brief (Auflage 2.000) enthält vor allem Informationen über das Arbeitsprogramm des TAB und berichtet über die Ergebnisse seiner Aktivitäten ([www.tab.fzk.de/de/tabbrief.htm](http://www.tab.fzk.de/de/tabbrief.htm)).

### **TAB-BERICHTE IN DER PARLAMENTARISCHEN BERATUNG**

Zahlreiche Berichte des TAB erscheinen nach Abnahme im Ausschuss als Bundestagsdrucksache (Drs.) und gehen in den Beratungsprozess der parlamentarischen Fachausschüsse ein. 2006 wurden drei TAB-Berichte abschließend beraten. Sieben Berichte wurden im Berichtszeitraum zur Beratung an die Ausschüsse überwiesen bzw. waren noch in der Beratung:

#### **TAB-BERICHTE IM PARLAMENT**

##### abgeschlossene Beratung

- › Internet und Demokratie (Drs. 15/6015)
- › Leichter-als-Luft-Technologie (Drs. 15/5507)
- › Partizipative Verfahren der Technikfolgen-Abschätzung und parlamentarische Politikberatung (Drs. 15/5652)

##### laufende Beratung

- › Präimplantationsdiagnostik (Drs. 15/3500)
- › Biometrie und Ausweisdokumente (Drs. 15/4000)
- › Zukunftstrends im Tourismus (Drs. 16/478)
- › Grüne Gentechnik (Drs. 16/1211)
- › Alternative Kulturpflanzen und Anbauverfahren (Drs. 16/3217)
- › Precision Agriculture (Drs. 16/3218)
- › Potenziale und Anwendungsperspektiven der Bionik (Drs. 16/3774)

---

## MITARBEITERINNEN UND MITARBEITER

Im Berichtszeitraum waren im TAB neben dem Leiter und dem stellvertretenden Leiter, Dr. Thomas Petermann, sieben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler (einige in Teilzeit) sowie zwei Sekretärinnen beschäftigt:

- › Christopher Coenen (Dipl.-Pol.)
- › Ulrike Goelsdorf (Sekretariat)
- › Dr. Reinhard Grünwald (Dipl.-Phys.)
- › Dr. Katrin Gerlinger (Dipl. oec.)
- › Dr. Dagmar Oertel (Dipl.-Chem.)
- › Gaby Rastätter (Sekretariat)
- › Dr. Christoph Revermann (Dipl.-Biol.)
- › Ulrich Riehm (Dipl.-Soz.)
- › Dr. Arnold Sauter (Dipl.-Biol.)

Dr. Katrin Gerlinger ist seit Juli 2006 Mitarbeiterin im TAB. Bei seiner Arbeit wird das TAB fallweise durch Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des Forschungszentrums Karlsruhe durch gezielte Mit-

arbeit in Projekten unterstützt. Im Berichtsjahr waren dies Rolf Meyer und Dr. Christine Rösch.

Das Team des TAB umfasste zudem – im Rahmen der Durchführung von Projekten – folgende Kolleginnen und Kollegen aus dem FhG-ISI in Karlsruhe:

- › Dr. Bernd Beckert
- › Dr. Jakob Edler
- › Dr. Michael Friedewald
- › Joachim Hemer
- › Dr. Bärbel Hüsing
- › Dr. Simone Kimpeler
- › Dr. Steffen Kinkel
- › Dr. Gunter Lay
- › Dr. Ralf Lindner
- › Dr. Michael Nusser
- › Nils Roloff

Peter Zoche war auch in diesem Jahr Koordinator der Aktivitäten des FhG-ISI unter dem Dach des TAB. Er vertrat den Kooperationspartner zudem in den gemeinsamen Berichterstattertreffen.

## TA-PROJEKTE III

1. Projekt

2. Projekt

3. Projekt

4. Projekt

5. Projekt

6. Projekt

7. Projekt

8. Projekt

# BIOBANKEN FÜR DIE HUMANMEDIZINISCHE FORSCHUNG UND ANWENDUNG

1.

DR. CHRISTOPH REVERMANN  
DR. ARNOLD SAUTER

Biobanken sind wissenschaftlich angelegte Sammlungen von Proben menschlicher Körpersubstanzen (Gewebe, Zellen, Blut u.a.m.) sowie von DNA, die für die biomedizinische Forschung eingerichtet und verwendet werden. Mit den Proben werden oftmals Daten aufbewahrt, die Informationen über den Spender (familiäre bzw. demografische Daten, lebensstilbezogene Informationen, Krankheitstyp und Krankheitsverläufe, genetische Daten) enthalten. Mit Biobanken verbinden sich weitreichende Hoffnungen vor allem in Bezug auf wissenschaftliche Erkenntnisse in der Forschung sowie Fortschritte bei Diagnose und Therapie.

## GEGENSTAND UND ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Im Fokus der Öffentlichkeit stehen vor allem solche Biobankprojekte, die sehr umfassend angelegt sind, d.h. besonders viele Daten und Proben von besonders vielen Probanden bzw. Spendern sammeln, deren Initiatoren den genetischen Aspekt herausstellen und/oder besonders weitreichende (neue) medizinische Nutzungsmöglichkeiten als Ziel formulieren. Solche Biobanken sollen primär der Forschung an den weitverbreiteten Volkskrankheiten dienen. Das TAB-Projekt konzentriert sich auf diesen Typus von Biobanken, versucht aber gleichzeitig die Vielfalt von Biobanken zu erfassen und mit Blick auf die wissenschaftliche Bedeutung und den möglichen medizinischen Nutzen zu behandeln. Mit der Entwicklung, dem Aufbau und dem Betrieb von Biobanken ist eine Vielzahl von Fragen verbunden, welche vor allem die Erhebung, Speicherung, Nutzung und Weitergabe von Proben und Daten betreffen. Die mögliche besondere wissenschaftliche und medizinische Bedeutung, aber auch die mit der Nutzung von Biobanken verbundenen vielfältigen rechtsethischen und -politischen Aspekte, waren Anlass für den Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung, das TAB mit einer Untersuchung dieses Themas zu beauftragen.

## PROJEKTDATEN

|                  |   |
|------------------|---|
| THEMENINITIATIVE | Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung |
| PROJEKTSTART     | Mai 2005  |
| ABSCHLUSSBERICHT | Dezember 2006:<br>TAB-Arbeitsbericht Nr. 112                  |

## ERGEBNISSE

Der Endbericht

- › beinhaltet eine überblicksartige Bestandserhebung und Charakterisierung von Biobanken in Deutschland und diskutiert anhand ausgewählter internationaler Beispiele bisherige Erfahrungen mit großen Biobankprojekten;
- › nimmt die Darstellung der unterschiedlichen Herangehens- und Nutzungsweisen von Biobanken als Ausgangspunkt für die Diskussion der wissenschaftlichen Bedeutung von Biobanken sowie die Einbindung in forschungs- und gesundheitspolitische Strategien und Fördermaßnahmen;
- › analysiert die rechtlichen, politischen und ethischen Fragen im Zusammenhang von Aufbau und Betrieb von Biobanken in Deutschland (und Europa);
- › gibt einen Ausblick auf Handlungsoptionen für die deutsche Politik und diskutiert diese im Blick auf allgemeinen gesellschaftlichen Klärungsbedarf.

## VIELZAHL UND VIELFALT

Biobanken unterliegen in Deutschland keiner generellen Genehmigungspflicht und werden in Abhängigkeit von ihren grundsätzlichen Zielen unterschiedlich organisiert, verwaltet und finanziert. Ein Schwerpunkt liegt im Bereich der vom BMBF geförderten Kompetenznetze der Medizin (KN), in denen Forschungseinrichtungen, Krankenhäuser, niedergelassene Ärzte, Unternehmen und auch Patientenorganisationen zusammengeschlossen sind. Wie die Genomnetze beziehen sich

auch die KN auf weit verbreitete und erhebliche Kosten verursachende Krankheiten. Die KN sollen eine Struktur bereitstellen, in der Forschungsergebnisse schneller und besser in die klinische Praxis umgesetzt und umgekehrt praxisrelevante Fragen in die Forschung getragen werden können. Derzeit werden insgesamt 17 KN zu neurologischen und psychiatrischen Erkrankungen, zu Infektionskrankheiten, Krebs, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und chronischen Entzündungen gefördert. Im Rahmen dieser Kompetenznetze werden jeweils spezielle Biobanken betrieben. Weitere bedeutende Biobanken in Deutschland sind die populationsgenetischen Biobanken popgen und KORA-gen sowie die Biobank der Blutspender des Blutspendedienstes des Bayerischen Roten Kreuzes.

In vielen Ländern werden Biobanken mit teilweise völlig unterschiedlichen Voraussetzungen und Intentionen, wissenschaftlichen oder politischen Zielsetzungen aufgebaut. Der Bericht beleuchtet drei Beispiele: Die Biobanken in Estland, Island und Großbritannien haben nicht nur wegen ihrer Größe internationale Aufmerksamkeit erhalten, sondern auch wegen der mit ihnen verbundenen konkreten nationalen wirtschafts- und gesundheitspolitischen Zielsetzungen.

---

## BEDEUTUNG FÜR FORSCHUNGS- UND GESUNDHEITSPOLITIK

Die Heterogenität von Biobanken bedingt, dass übergreifende Einschätzungen der bisherigen und möglichen zukünftigen wissenschaftlichen Bedeutung von Biobanken kaum seriös erfolgen können. Die Konzentration des TAB-Berichts auf den stärker »genetisch orientierten« Typ folgt der wissenschaftlichen und forschungspolitischen Debatte der vergangenen Jahre. Innerhalb der »genetisch orientierten« Biobanken wird häufig zwischen krankheitsbezogenen und populationsbezogenen Biobanken unterschieden, wobei eine Trennlinie nicht scharf gezogen werden kann. Es wird angenommen, dass krankheitsbezogene Biobanken tendenziell klarer benennbare wissenschaftliche Erkenntnisfortschritte, aber »thematisch« begrenzt, erbringen können, während die populationsbezogenen den »großen«, aber eher unsicheren Erkenntniszuwachs bieten könnten. Insgesamt erscheint es plausibel, dass Biobanken durch das Zusammenführen klinischer Daten mit Informationen über genetische und nichtgenetische Expositionen helfen werden, die Entstehung von Erkrankungen besser zu verstehen. Die größte wissenschaftliche und auf lange Sicht auch medizi-

nische Bedeutung dürften mögliche Erkenntnisfortschritte bei der Wirkungsweise der verschiedenen Genvarianten bzw. den von ihnen beeinflussten biochemischen, zellulären und physiologischen Vorgängen bei Gesundheit und Krankheit haben, woraus sich langfristig Ansatzpunkte für bessere Therapiestrategien ergeben können.

---

## RECHTSPOLITISCHE UND RECHTSETHISCHE ASPEKTE

Eine Frage an Politik und Gesellschaft lautet, ob die durch das bisherige Recht gestalteten Rahmenbedingungen ausreichen, um den Schutz der in Biobanken gespeicherten höchstpersönlichen Daten und zugleich ihre angemessene Nutzung zu gewährleisten. Im TAB-Bericht werden die aktuellen Rahmenbedingungen für die Gründung und den Betrieb von Biobanken für den deutschen Rechtsraum dargestellt, die Möglichkeiten sowie Vor- und Nachteile der jeweiligen Trägerschaft und Rechtsform erläutert sowie die grundlegenden rechtlichen und ethischen Anforderungen, die an den Betrieb und die Erhaltung von Biobanken zu stellen sind, benannt.

## EIGENTUM, NUTZUNGSRECHTE, EINWILLIGUNG

Die Konsequenzen einer Übertragung des Eigentums an einer Probe auf eine Biobank sind juristisch nicht unumstritten. Es stellen sich Fragen nach Umfang und Reichweite einer Übertragung von Nutzungsrechten an den Proben/Daten vom Patienten/Probanden auf die Biobank. Zu unterscheiden ist dabei grundsätzlich zwischen dem Behandlungskontext, in dem die Entnahme von Biomaterialien zum unmittelbaren Nutzen des Patienten selbst geschieht, und dem Forschungskontext, in dem eine Entnahme von Proben für allgemeine Zwecke und allenfalls indirekt zum Nutzen des Spenders erfolgt. Zu den verfassungsrechtlichen Rahmenbedingungen für die Forschung mit personenbezogenen Daten zählen aufseiten der Forschenden die Freiheit von Forschung und Lehre und aufseiten der Patienten/Probanden das Recht auf informationelle Selbstbestimmung. Die (mögliche) Kollision dieser Grundrechte kann durch eine Einwilligungserklärung aufgelöst werden. Damit die Nutzung der Biomaterialien auch aus datenschutzrechtlicher Sicht rechtskonform erfolgt, müssen die zentralen Punkte einer Einwilligung – Information des Betroffenen, Freiwilligkeit der Einwilligung und Einsichtsfähigkeit des Probanden – dauerhaft gewährleistet sein.

## DATEN- UND PERSÖNLICHKEITSSCHUTZ

Der Umgang mit Proben in Biobanken betrifft stets die eigentliche Probe in ihrer physikalischen Form und die begleitenden Daten. Es liegen personenbeziehbare Informationen vor, die noch nicht umschrieben und hinsichtlich ihrer wissenschaftlichen Verwendung wie datenschutzrechtlicher Gefahrenpotenziale nicht exakt zu beurteilen sind. Darüber hinaus kann deren zukünftige Verwendung bei Biobanken i.d.R. weder hinsichtlich konkreter Forschungsvorhaben und methodischer Vorgehensweisen noch der exakten Festlegung der Personen, die zukünftig mit der Probe arbeiten, antizipiert werden.

Die rechtliche und ethische Beurteilung des Einsatzes von Biobanken fokussiert dementsprechend darauf, ob diese spezifischen und neuartigen Gefährdungen des Persönlichkeitsschutzes bzw. das Risiko der Diskriminierung mit sich bringen könnten, beispielsweise wenn mit den aus genetischen oder Proteinuntersuchungen gezogenen Daten Informationen über die Lebensführung verknüpft werden sollen. Dann könnte sich eine Situation ergeben, dass in einem Datenpool die verschiedenartigsten Daten zu einem mehr oder weniger umfassenden Bild eines Einzelnen oder einer Gruppe zusammengefasst und die Firewalls, die sonst zwischen den einzelnen Datenarten und ihrer Übermittlung an Dritte existieren, zum Teil umgangen werden. Problembehaftet könnte auch die Situation bei Verwendung der Daten durch Dritte (z.B. Arbeitgeber, Versicherungen, Krankenkassen, Staat) sein.

## GEMEINWOHLORIENTIERUNG

Im Kontext des Umgangs mit menschlichen Biomaterialien und -daten wird oft argumentiert, dass diese auch ein öffentliches Gut darstellen, dessen Wahrung und Schutz dem Staat als Verpflichtung aufgegeben sei, woraus entsprechende Zielsetzungen und Aufgaben im Sinne eines Gemeinwohls resultieren. Da von der Bevölkerung erwartet wird, dass sie Proben und Daten spendet, sollten z.B. auch mögliche Vorteile und Nutzen für die Spender in die Diskussion einbezogen werden. Dies gilt zum Beispiel für die Rückmeldung von Ergebnissen der Forschung an die Spender. Zum einen resultiert ein solch berechtigtes Interesse aus dem Recht auf informationelle Selbstbestimmung, d.h. wissen zu dürfen, welche Informationen zum Beispiel gesundheits- bzw. krankheitsbezogen vom einzelnen Spender genutzt werden könnten. In der Regel wird sich ein solch unmittelbarer Nutzen aber erst

nach vielen Jahren der Forschung und der Erprobung der Ergebnisse dieser Forschung einstellen. Generell unverzichtbar ist die Aufklärung der Patienten/Probanden über kommerzielle Verwendungsabsichten. Von Bedeutung bzw. notwendig ist zudem die Gewährung eines allgemeinen und nicht exklusiven Zugangs zu den in den unterschiedlichen Biobanken gesammelten Materialien und Daten.

---

## HANDLUNGSOPTIONEN

Eine grundsätzliche Handlungssicherheit im Kontext von Biobanken sowie im institutionellen Umgang mit ihnen ist für alle Beteiligten von wesentlicher Bedeutung. Diesbezüglich können einige generelle Maßnahmen genannt werden, insbesondere:

- › Standards zur technischen Sicherheit von Biobanken; Qualitätsprüfung und Durchführung eines kontinuierlichen Monitorings;
- › Erfassung aller Biobanken und Ausweis der Qualitätsprüfung in einem zentralen, öffentlich zugänglichen Biobankenregister;
- › verpflichtende Lizenzierung bzw. Akkreditierung von Biobanken;
- › Festlegung und unbedingte Beachtung des Persönlichkeitsschutzes sowie der Notwendigkeiten des Datenschutzes.

Zur Erreichung der angesprochenen Ziele bzw. zur Umsetzung dieser Maßnahmen könnte die Einrichtung einer zentralen Regulierungsinstitution in Betracht gezogen werden, ggf. auch unter Bestellung eines »nationalen Beauftragten für Biobanken«. Da es bisher keine (generalisierte) Anlaufstelle für Patienten bzw. Probanden gibt, bei der diese Informationen oder Beratung über den Gebrauch (oder Missbrauch) ihrer Proben/Daten erhalten können, wäre zudem für Biobanken an einen Beauftragten für Probandenschutz/Patientenschutz zu denken. Dies könnte entweder durch die Etablierung einer zentralen Beratungsstelle oder als lokales »Ombudsmodell« in den Kliniken bzw. (angeschlossenen) Biobanken erfolgen.

Unter dem Gesichtspunkt des *Datenschutzes* bedarf es der gesetzlichen Regelung, wie Biobanken in Deutschland aufgebaut werden sollten und welche rechtlichen Anforderungen sie erfüllen müssen. Aus datenschutzrechtlicher Sicht gehören hierzu insbesondere eine verbindliche Vorgabe von *Datenschutzleitlinien*, ein gesetzliches *Verbot einer unberechtigten Depseudo-*

*nymisierung*, ein angemessener *Offenbarungsschutz*, ein *Beschlagnahmeschutz* im Strafverfahren sowie ein *Zeugnisverweigerungsrecht* der Forschenden.

National und international besteht weitgehend Konsens, dass die Zustimmung in die Erhebung und Speicherung von biomedizinischen Proben und Daten im Kontext von Biobanken seitens der Probanden/Patienten nur in Form einer informierten Einwilligung erfolgen kann. Bisher ist allerdings nicht eindeutig geklärt, wie dies in der Praxis zu realisieren wäre. So scheint die Entscheidungs- und Gestaltungsfreiheit der Betroffenen mit einer einmaligen Einwilligungserklärung zum Zeitpunkt der Proben- und Datenerhebung bzw. zum Beginn des Aufbaus einer Biobank nach bisher in Deutschland üblichen datenschutzrechtlichen Maßstäben noch nicht in allen Fällen ausreichend zu sein.

Nach Ansicht des Nationalen Ethikrates und der Datenschutzbeauftragten von Bund und Ländern wäre ein allgemeines *Forschungsgeheimnis* im Bereich der biomedizinischen Forschung wünschenswert, da in diesem Fall Forschende einer speziellen strafrechtlich relevanten Schweigepflicht bezüglich personenbezogener Daten unterlägen und eine Kenntnisnahme personenbezogener Daten durch Dritte (z.B. Behörden) rechtlich ausgeschlossen wäre. Zugleich könnte ein Forschungsgeheimnis für Forschende auch die Möglichkeiten zur sicheren Verarbeitung sensitiver Daten erweitern.

Die wesentlichen Aspekte des Einsatzes von Biobanken für die humanmedizinische Forschung und Anwendung könnten ggf. im Rahmen eines »*Nationalen Biobankgesetzes*« geregelt werden, das u.a. rechtliche Vorgaben macht zu Definition von Biobanken, Ver-

fahrensregelungen für Insolvenzfälle, Zuständigkeitsregelungen für Ethikkommissionen und zur Nutzung von im Behandlungszusammenhang gewonnenen Proben zu Forschungszwecken.

---

## AUSBLICK

In der Gesamtschau zeigt sich, dass die Verwendung von menschlichen Biomaterialien (zu Forschungszwecken) im Kontext von Biobanken nicht frei von Problemen ist. In der Praxis werden entsprechende Rechtsfragen zum Teil erst ansatzweise erfasst, und es ist zu erwarten, dass sich diesbezüglich auch die relevante rechtswissenschaftliche und rechtsethische Diskussion der Nutzung von menschlichen Biomaterialien künftig detaillierter und intensiver widmen wird.

Wesentliche Ziele der exemplarisch genannten Handlungsoptionen lägen darin, insbesondere den Schutz von Persönlichkeitsrechten der Probanden und Patienten, die ihre Proben, Daten und weitere Informationen zur Verfügung stellen, zu erhöhen. Darüber hinaus könnte das Potenzial des Forschungs- und Wirtschaftsfeldes Biobanken in kontrollierter, qualitätsgesicherter und ökonomisch nutzbringender Weise erschlossen sowie letztlich auch der Forschungsstandort Deutschland auf diesem Feld gestärkt werden.

---

## PUBLIKATIONEN

*Biobanken für die humanmedizinische Forschung und Anwendung*  
TAB-Arbeitsbericht Nr. 112

# PERSPEKTIVEN EINES CO<sub>2</sub>- UND EMISSIONSARMEN VERKEHRS – KRAFTSTOFFE UND ANTRIEBE IM ÜBERBLICK

2.

DR. REINHARD GRÜNWALD

Welchen Beitrag zum Klimaschutz und zur Luftreinhaltung können der Einsatz neuer Technologien im Bereich der Fahrzeugantriebe sowie die Nutzung alternativer Kraftstoffe leisten? Diese Frage stellt sich mit besonderer Dringlichkeit vor dem Hintergrund der zunehmenden Erschöpfung der Ressource Erdöl sowie des hohen Anteils des Verkehrsbereichs an den Emissionen von Klimagasen und Luftschadstoffen in Deutschland.

## GEGENSTAND UND ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Mit dieser Fragestellung hat sich in jüngster Zeit eine außerordentlich große Anzahl von Forschungsvorhaben, Pilotprojekten und anderen Aktivitäten beschäftigt, die zu den unterschiedlichsten Ergebnissen gekommen sind. Dieses Themenfeld ist daher aufgrund der Vielzahl und Heterogenität der aktuellen Projekte enorm unübersichtlich. Auf Anregung des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung hatte dieses TAB-Projekt daher die Zielsetzung, einen aktuellen, umfassenden und strukturierten Überblick über den gegenwärtigen Stand des Wissens und der Diskussion auf der Basis einer Analyse der relevanten verfügbaren Publikationen zu geben.

Um die CO<sub>2</sub>- und Schadstoffminderungspotenziale von Einzeltechnologien einschätzen zu können, wurden zunächst für die Bereiche Antriebe und Kraftstoffe getrennt die relevanten Studien gesichtet und strukturiert sowie synoptisch dargestellt. Für eine Analyse der technologischen Möglichkeiten für eine nachhaltige Mobilität im Sinne von Klimaschutz und Ressourcenschonung insgesamt wurden anschließend die Bereiche zu einer Gesamtbetrachtung »Well-to-Wheels« (vom Bohrloch bis zu den Rädern) integriert. Auch die mengenmäßige Verfügbarkeit von alternativen Kraftstoffen sowie Infrastruktur- und Kostenaspekte wurden dabei thematisiert.

## PROJEKTDATEN

|                  |   |
|------------------|---|
| THEMENINITIATIVE | Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung |
| PROJEKTSTART     | Dezember 2004   |
| ABSCHLUSSBERICHT | Juli 2006:<br>TAB-Arbeitsbericht Nr. 111                      |

Da der Straßenverkehr aufgrund seines Anteils an der Verkehrsleistung die größten Potenziale zur Reduzierung der verursachten Treibhausgase aufweist, steht er im Zentrum der Aufmerksamkeit jeder verkehrlichen Technologiediskussion. Auch das TAB-Projekt folgt weitgehend dieser Betrachtungsweise.

## ERGEBNISSE

### ANTRIEBSTECHNOLOGIEN

Trotz ihres hohen Entwicklungsstands weisen auch die konventionellen Antriebe – vor allem Otto- und Dieselmotoren – noch ein erhebliches Potenzial zur Weiterentwicklung auf. Darüber hinausgehende Potenziale werden von fortgeschritteneren Technologien wie z.B. Hybrid- und Brennstoffzellenantrieben erwartet.

### KONVENTIONELLE ANTRIEBE

Die technischen Möglichkeiten, den spezifischen Kraftstoffverbrauch von konventionellen Ottomotoren zu senken, sind sehr vielfältig. Ottomotoren weisen unter Teillast einen relativ schlechten Wirkungsgrad auf. Viele der Verbesserungen zielen daher darauf ab, den Teillastbetrieb zu optimieren oder aber zu vermeiden. Kurz- bis mittelfristig einsatzfähige Technologien sind z.B. »downsizing« mit Aufladung (Turbolader), Direkteinspritzung des Kraftstoffs sowie variable Ventilsteuerung, Zylinderabschaltung und Verdichtung. Jede dieser technischen Maßnahmen hat das Potenzial,

zur Kraftstoffreduktion mit einigen wenigen bis zu gut 15 % beizutragen (je nach Fahrzeugart und -größe).

Der Dieselmotor wurde bereits in der Vergangenheit auf einen günstigen Verbrauch hin optimiert und hat in dieser Hinsicht einen relativ hohen Entwicklungsstand erreicht. Mehr noch als bei Ottomotoren existiert bei der Auslegung von Dieselmotoren ein Zielkonflikt zwischen der Steigerung der Energieeffizienz und den zunehmenden gesetzlichen Anforderungen zur Emissionsreduktion der Luftschadstoffe Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe, Stickoxide und Partikel.

Eine neuere Entwicklung stellt der Versuch dar, die Vorteile von Otto- und Dieselmotor in einem Aggregat zu vereinen. Diese Technik wird homogenisierte Verbrennung (Homogeneous Compression Combustion Ignition, HCCI) genannt. Das Ziel ist hier, ein homogenes Luft-Kraftstoff-Gemisch an mehreren Stellen im Zylinder selbständig und gleichzeitig ohne Flammenfront und Druckwelle im Zylinder zu entzünden und zu verbrennen. Die Entwicklung dieser im Hinblick auf Effizienzvorteile und Emissionsminderung vielversprechenden Technologie befindet sich gegenwärtig im Stadium von Prüfstandversuchen.

## HYBRIDANTRIEB

Hybridfahrzeuge kombinieren mehrere Energiewandler und Speichersysteme im Fahrzeug, meist ein herkömmlicher Verbrennungsmotor mit Kraftstofftank zusammen mit einem Elektromotor mit Batterie. Die Verbrauchsminderung gegenüber konventionellen Fahrzeugen auf gleichem Entwicklungsstand resultiert im Wesentlichen daraus, dass zum einen Bremsenergie zurückgewonnen werden kann und zum anderen der Verbrennungsmotor kleiner ausgelegt und öfter in Betriebsbereichen mit höherer Effizienz betrieben werden kann. Die Schwachstellen des Hybridkonzepts sind das höhere Gewicht und die höhere Komplexität durch die größere Anzahl an Komponenten. Damit resultiert bei Hybridfahrzeugen eine starke Abhängigkeit der Effizienz vom Fahrprofil. Zwar ergeben sich im Stadtverkehr vergleichsweise hohe Einsparungen. Außerorts sind die Effekte jedoch deutlich kleiner; ggf. können bei hohen Geschwindigkeiten sogar Mehrverbräuche durch das Zusatzgewicht auftreten. Dennoch ist klar, dass das Hybridkonzept bereits heute zur Emissionsminderung beitragen kann und noch erhebliches Entwicklungspotenzial besitzt. Ein wichtiger zusätzlicher Vorteil aller Hybride besteht in der Möglichkeit, vollständig emissionsfrei zu fahren (limitiert

durch die Batteriekapazität), etwa in stark belasteten Gebieten wie z.B. im innerstädtischen Bereich.

## BRENNSTOFFZELLENANTRIEB

Brennstoffzellenfahrzeuge gelten als zukunftsweisendes Fahrzeugkonzept. Sie befinden sich in der Entwicklungsphase; Serienfahrzeuge existieren bislang nicht. Als Brennstoff eignen sich Reinwasserstoff (gespeichert als Flüssig- oder Druckwasserstoff), Methanol sowie beim sog. »on-board reforming« (Erzeugung eines wasserstoffhaltigen Brenngases an Bord) auch z.B. Kohlenwasserstoffe. Unter Effizienzaspekten ist Wasserstoff der Brennstoff der Wahl. Problematisch sind allerdings die Speicherung an Bord und die fehlende H<sub>2</sub>-Infrastruktur. Wasserstoffspeicher sind deutlich schwerer und um ein Vielfaches teurer als Tanks für Methanol oder Benzin. Entwicklungsbedarf besteht bei allen Komponenten, vor allem unter dem Aspekt der Kostensenkung. FuE von Brennstoffzellen findet zum großen Teil im Bereich der Materialwissenschaften (z.B. neue Membranmaterialien für Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzellen) statt. Eine nennenswerte Marktdurchdringung von Brennstoffzellenfahrzeugen wird – nachdem die Euphorie der 1990er Jahre deutlich abgekühlt ist – gegenwärtig frühestens in 15 bis 20 Jahren erwartet.

## ALTERNATIVE KRAFTSTOFFE

Bei den alternativen Kraftstoffen werden derzeit international und national schwerpunktmäßig etwa zehn verschiedene alternative Kraftstoffe mit einer Vielzahl möglicher Erzeugungswege in Kombination mit verschiedenen Antriebstechnologien (wie optimierte konventionelle Verbrennungsmotoren oder Brennstoffzellen) bezüglich ihrer potenziellen Beiträge zu einer nachhaltigeren Mobilität diskutiert. Im Fokus der Diskussion liegen neben den konventionellen marktgängigen Biokraftstoffen (Biodiesel, Ethanol aus Zucker/Stärke sowie Biogas) vor allem die Biokraftstoffe, die derzeit in der Entwicklungsphase sind (z.B. Biomass-to-Liquid(BtL)-Kraftstoffe, Ethanol aus Holz, Stroh) sowie Wasserstoff.

## KONVENTIONELLE BIOKRAFTSTOFFE

Für die konventionellen Biokraftstoffe Biodiesel (in Deutschland vorwiegend aus Raps hergestellt), Bioethanol aus Getreide, Mais und Zuckerrüben sowie Biogas sind die Technologien zur Herstellung nahezu ausgereift. Optimierungspotenziale bieten vor allem

noch die Reduzierung des Düngemittleinsatzes in der landwirtschaftlichen Produktion der Ausgangsstoffe, die Ertragssteigerung je Hektar und die Verwertung der bei der Kraftstoffherstellung anfallenden Koppelprodukte. Grundsätzlich gilt, dass die Treibhausgasbilanzen von Rapsmethylester und Ethanol aus Weizen oder Zuckerrübe im Vergleich mit den Referenzkraftstoffen Diesel und Benzin deutlich günstiger ausfallen, vor allem wenn die Koppelprodukte nutzbar sind. Die Bilanz für Biogas aus Reststoffen ist trotz der eher dürftigen Datenlage als sehr günstig einzuschätzen. Die Herstellung von Biodiesel und Ethanol ist im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen deutlich kostenintensiver und auch 2010 voraussichtlich nicht unter 20 bis 40 Euro/GJ zu realisieren. Biogas aus Reststoffen ist mit etwa 15 bis 34 Euro/GJ vergleichsweise günstiger. Bei Energiepflanzen scheinen 2-Kulturen-Systeme (Feuchtgutlinien) besonders günstig abzuschneiden.

### **BIOKRAFTSTOFFE IN DER ENTWICKLUNG**

Perspektivisch interessant sind vor allem Bioethanol aus holzartigen Ausgangsstoffen (Zellulose) und synthetische Kraftstoffe aus der Biomassevergasung (Biomass-to-Liquid, BtL). Zwar ist in den nächsten zehn bis 15 Jahren nicht damit zu rechnen, dass es zu einer nennenswerten Durchdringung des Kraftstoffmarktes mit diesen synthetischen Kraftstoffen kommt. Sie bieten aber aufgrund des im Vergleich zu konventionellen Biokraftstoffen unspezifischen Ausgangsmaterials und der Möglichkeit, Pflanzen als Ganzes zu nutzen, erhebliche Potenziale für die Zukunft. Demonstrationsvorhaben zeigen, dass weiterer verfahrenstechnischer Entwicklungsbedarf besteht, bevor dieser Weg zur Kraftstoffbereitstellung wirtschaftlich beschritten werden kann. Zu beachten ist, dass für die Rohstoffbereitstellung eine wirtschaftlich und ökologisch sinnvolle Biomasselogistik aufgebaut werden muss. Es ist zu erwarten, dass sowohl der Energieverbrauch als auch die Treibhausgasemissionen deutlich unter die der konventionellen Biokraftstoffe gesenkt werden können. Die verfügbaren Kostendaten variieren erheblich, sodass kein einheitliches Bild abzuleiten ist. Es wird aber allgemein erwartet, dass die Kosten zukünftig deutlich sinken werden. Verschiedentlich werden um die 9 Euro/GJ im Jahr 2010 für möglich gehalten.

### **WASSERSTOFF**

Wasserstoff als Kraftstoff kann auf der Basis nahezu aller Primärenergieträger hergestellt werden. Die benötigten Technologien sind in den meisten Fällen

bereits entwickelt bzw. kommerziell verfügbar. Die Herstellung kann sowohl in zentralen Großanlagen als auch dezentral an den Tankstellen erfolgen. Die Treibhausgasbilanz von Wasserstoff hängt entscheidend von der eingesetzten Primärenergie ab. Potenziale für CO<sub>2</sub>- und emissionsarme Kraftstoffpfade zur Herstellung von Wasserstoff basieren vor allem auf erneuerbaren Energieträgern. Die (eventuell großen) Treibhausgasreduktionspotenziale bei der Dampferformierung von Erdgas und Vergasung von Kohle hängen von der technischen und wirtschaftlichen Realisierbarkeit der CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Ablagerung ab. Generell hat die Herstellung von tiefkalt verflüssigtem Wasserstoff, die vor allem durch ökonomische Erwägungen gefördert wird, gegenüber der komprimierten Form unter Klimagesichtspunkten Nachteile durch die hohen energetischen Aufwendungen bei der Verflüssigung. Trotz aller Unsicherheiten weisen die nach dem heutigen Stand des Wissens verfügbaren Daten höhere Kosten im Vergleich zu vielen Biokraftstoffen aus. Für die Nutzung von Wasserstoff als Kraftstoff ist eine wichtige Voraussetzung für die Diffusion entsprechender Fahrzeuge ein flächendeckendes Netz von Wasserstofftankstellen. Für die Lösung des Problems, ob zuerst das Tankstellenangebot geschaffen werden muss, um die Nachfrage nach Wasserstoff anzukurbeln, oder ob die Nachfrage nach Wasserstoff das Angebot an Tankstellen induzieren kann, gibt es aus heutiger Sicht keinen Königsweg. Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass in der Pilot- und Einführungsphase Flottenbetreibern eine Schlüsselrolle zukommen könnte.

### **MENGENPOTENZIAL VON BIOKRAFTSTOFFEN, IMPORTE**

Neben der technologischen Einsatzreife, den spezifischen Emissionsminderungspotenzialen und den Kosten von Biokraftstoffen ist die Frage, welche Menge von Biokraftstoffen auf der vorhandenen Fläche hergestellt werden kann, zur Gesamtbewertung ihrer Relevanz für die Substitution fossiler Kraftstoffe und das Erreichen von Klimaschutzziele von maßgeblicher Bedeutung. Ausgehend von Grundannahmen zum landwirtschaftlichen Ertrag und Wirkungsgraden der einzelnen Herstellungsverfahren einschließlich Steigerungen aufgrund von Lernkurveneffekten wurden in einigen Szenarien die Flächenbedarfe berechnet, die sich bei der Substitution einer bestimmten Menge fossiler Kraftstoffe ergeben. Ein Ergebnis ist, dass der Flächenbedarf, um das vorläufige EU-Ziel von 10 % Biokraftstoffanteil im Jahr 2020 zu realisieren, beim

Einsatz von RME und Bioethanol auf Weizenbasis bei 1,6 Mio. ha läge. Dies entspricht in etwa der unter umweltpolitischen Restriktionen mittelfristig maximal verfügbaren Anbaufläche für Energiepflanzen in Deutschland.

Aus diesen Zahlen wird klar, dass bei anspruchsvollen Mengenzielen der resultierende Flächenbedarf beträchtlich ist. Somit erscheint die Option interessant, neben den heimischen Potenzialen zur Bereitstellung von Biomasse für die energetische Nutzung auch exogene Potenziale durch Importe von Bioenergieträgern (Brenn- und Kraftstoffe) zu nutzen. In Europa liegen beispielsweise erhebliche und bislang ungenutzte Potenziale in Polen und Rumänien. Noch wesentlich umfangreicher erscheinen die Importpotenziale aus Schwellen- und Entwicklungsländern. Unter Nachhal-

tigkeitsaspekten ist dabei wesentlich, dass mögliche Exporte von Biokraftstoffen nicht zu Nachteilen für die Umwelt (z.B. Urwaldrodung, Umwandlung von extensiven Flächen zu Bioenergieplantagen) oder sozialen Problemen (z.B. Enteignung oder Vertreibung) führen und die Nahrungsmittelsicherheit nicht nachteilig beeinflusst wird. Die Entwicklung von verbindlichen Kriterien für die »Nachhaltigkeit« von Biokraftstoffexporten aus Entwicklungsländern wäre daher wünschenswert.

---

## PUBLIKATIONEN

*Perspektiven eines CO<sub>2</sub>- und emissionsarmen Verkehrs – Kraftstoffe und Antriebe im Überblick*  
TAB-Arbeitsbericht Nr. 111

DR. LEONHARD HENNEN  
DR. REINHARD GRÜNWALD  
DR. CHRISTOPH REVERMANN  
DR. ARNOLD SAUTER

Die Hirnforschung und die Neurowissenschaften gelten allgemein als ein Forschungsfeld mit enormem Anwendungspotenzial. Dies betrifft z.B. neue Perspektiven für die Behandlung von neurodegenerativen Erkrankungen, aber auch die Möglichkeit der Erweiterung menschlicher Fähigkeiten und der Manipulation von menschlichem Verhalten. Bereits seit Beginn der 1990er Jahre haben die Fortschritte im Verständnis menschlicher Hirnfunktionen zudem zu einer intensiven Debatte zwischen Natur- und Geisteswissenschaften über menschliches Bewusstsein und Willensfreiheit geführt. Den aus der Hirnforschung erwachsenden Erkenntnissen kommt große kulturelle, soziale, gesundheitspolitische und wirtschaftliche Bedeutung zu. Gleichzeitig können durch die Neurowissenschaften aber auch Informationen und Erkenntnisse zu Anwendungen mit potenziell großer Eingriffstiefe erlangt werden.

## GEGENSTAND UND ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Ziel der Studie ist zum einen die Erhebung des Stands und der Perspektiven der Forschung, zum anderen eine möglichst umfassende Bewertung der aus der Aufklärung der Funktionsweise des menschlichen Gehirns und der Koppelung solcher Erkenntnisse mit anderen Feldern der wissenschaftlichen Forschung und aus der technologischen Entwicklung sich ergebenden Anwendungsmöglichkeiten sowie schließlich der damit möglicherweise verbundenen gesellschaftlichen Folgen.

Angesichts der Vielfalt der zu untersuchenden Anwendungsmöglichkeiten, aber auch der breit gefächerten und verschiedenen Disziplinen integrierenden Forschungsaktivitäten, erschien es notwendig, in einer ersten Phase einen breiten, aber komprimierten Überblick zum Forschungsfeld Hirnforschung und Neurowissenschaften zu erarbeiten, mit Vertiefungen zu ausgewählten Fragen und Anwendungsfeldern mit besonderer gesellschaftlicher Relevanz. Als Untersuchungsschwerpunkte wurden festgelegt:

## PROJEKTDATEN

|                  |   |
|------------------|---|
| THEMENINITIATIVE | Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung |
| PROJEKTSTART     | April 2005  |
| ABSCHLUSSBERICHT | Vorlage geplant im April 2007                                 |

- › Überblick über den Stand von Forschung und Entwicklung national und international
- › Untersuchung der Zielsetzung der wichtigsten Förderprogramme zur Hirnforschung sowie der Forschungsaktivitäten in verschiedenen Disziplinen
- › Aufarbeitung der innerwissenschaftlichen Diskussion über Ziele, Perspektiven und Folgen der Hirnforschung (mögliche Anwendungsfelder, Bedeutung der Grundlagenforschung, gesellschaftliche Relevanz)
- › Stand der Diskussion über die Konvergenz von Technologien und daraus sich ergebende Herausforderungen und Perspektiven für Forschung und Entwicklung
- › Stand der Diskussion zwischen Natur- und Geisteswissenschaften über die kulturelle Bedeutung von Erkenntnissen der Neurowissenschaften (Bewusstsein und Willensfreiheit)

## STAND DER ARBEITEN

Im Rahmen der ersten Phase wurde ein Überblick über einschlägige Programme der Forschungsförderung und eine Untersuchung des Stellenwertes der Hirnforschung in der aktuellen Diskussion um »Converging Technologies« durch Mitarbeiter des FhG-ISI in Angriff genommen. Ferner wurden zu folgenden Themenfeldern Gutachten vergeben:

- › Aktueller Erkenntnisstand und historische Entwicklung der Hirnforschung
- › Einschätzung der erkenntnis- und bewusstseinsphilosophischen Implikationen der neueren Erkenntnisse der naturwissenschaftlichen Forschung

- › Bedeutung von Fortschritten der kognitiven Neurowissenschaften für das Verständnis von Lernprozessen
- › »Computational Neurosciences«
- › Anwendungsfelder Neuroprothetik, Neurobionik und Neuroinformatik
- › Ursachen und Therapiemöglichkeiten neuro- und psychopathologischer Zustände
- › Potenziale, Anwendung und Tendenzen neurologisch wirksamer Medikamente

Eine vorläufige Auswertung dieser Gutachten bezüglich der wissenschaftlichen, gesellschaftlichen und politischen Relevanz sowie intensive Expertengespräche dienten auch der Beantwortung der Frage, wie weitere Aktivitäten des TAB in diesem Themenkreis aussehen könnten und welche Vorschläge daraus für den Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung abgeleitet werden könnten. Als Resultat ergab sich, dass eine breit angelegte Vertiefung des Gesamtthemas nicht sinnvoll erscheint, dass sich aber eingrenzende Teilaspekte benennen lassen, die für eine weitere Bearbeitung durch das TAB geeignet sind, während bei anderen begründet angenommen werden kann, dass keine über die Ergebnisse der ersten Phase hinausweisenden bzw. für TA relevante Resultate erzielt werden könnten. Für eine Vertiefung kommen insbesondere medizinisch fokussierte Entwicklungen infrage, welche auch in Zukunft die wichtigsten Treiber und Anwendungen der Neurowissenschaften darstellen werden. Dazu gehört z.B. das im engeren Sinn hirnforschungsspezifische Thema »Pharmakologische und technische Neurointerventionen: Nutzen und Risiken in Medizin und Alltag« oder aber die »Zunahme neurodegenerativer Krankheiten in der alternden Gesellschaft«, ein Thema von größtem politischem Interesse und Nutzen, das allerdings weit über neurowissenschaftliche Fragestellungen und daraus ableitbare Antworten hinausgeht.

Der Abschlussbericht des Projekts erreichte bis Ende 2006 ein fortgeschrittenes Stadium, konnte aber nicht mehr ganz fertiggestellt werden. Im April 2006 wurden die Ergebnisse der vergleichenden Untersuchung von Förderprogrammen und -strukturen zur Hirnforschung in Deutschland, der EU, den USA, Japan sowie Frankreich, Australien und Kanada, die im Rahmen des TAB-Projekts vom Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (FhG-ISI) durchgeführt wurden, als TAB-Hintergrundpapier Nr. 15 veröffentlicht. Hierdurch sollten diese gerade für die Forschungspolitik potenziell besonders interessanten

Ergebnisse ausführlicher als nur im Rahmen einer zusammenfassenden Auswertung präsentiert werden.

---

## ERGEBNISSE

Die Recherchen zu international laufenden Förderprogrammen und Schwerpunkten der neurowissenschaftlichen Forschung im Zusammenhang mit der Erarbeitung des o.g. TAB-Hintergrundpapiers zeigten in allen untersuchten Ländern intensive und vielfältige Programm- und Projektaktivitäten zur Förderung der Neurowissenschaften. Dies dokumentiert die Bedeutung, welche die Hirnforschung inzwischen weltweit hat, und bekräftigt die Auffassung, dass den Neurowissenschaften heute eine Leitfunktion zukommt. Trotz der vielfältigen und z.T. unübersichtlichen Förderaktivitäten in den betrachteten Ländern lassen sich vor allem drei Gemeinsamkeiten feststellen:

- › Neuere Programme und Projekte zur Hirnforschung stellen Aspekte der Interdisziplinarität in den Vordergrund. Hier sollen zum einen Forscher aus unterschiedlichen Disziplinen zusammenarbeiten und zum anderen Theoretiker, Kliniker, Entwickler und Ingenieure Erfahrungen austauschen sowie Methoden und Ansätze kombinieren. Auf diese Weise soll den interdisziplinär gelagerten Anforderungen und Fragestellungen, die sich bei der Erforschung des Gehirns ergeben, Rechnung getragen werden.
- › Es wird außerdem deutlich, dass sich ein großer Teil der neurowissenschaftlichen Forschungsförderung an Krankheitsbildern wie Morbus Parkinson, Morbus Alzheimer oder Schizophrenie orientiert und damit in den Bereich der medizinischen Forschung fällt. Allerdings scheint hier der Schritt zur Grundlagenforschung nur ein kleiner zu sein. Denn oftmals geben klinische Befunde Anlass für Untersuchungen von grundlegenden Prozessen und Wirkungszusammenhängen und umgekehrt.
- › Schließlich zeigt sich, dass das gesamte Spektrum möglicher staatlicher Fördermaßnahmen eingesetzt wird, um die neurowissenschaftliche Forschung voranzubringen. Dabei sind in allen Ländern gewisse Konzentrationen von Forschungsaktivitäten in regionalen Zentren anzutreffen. Japan bildet hier ein Extrembeispiel, da beinahe die komplette Hirnforschung des Landes am RIKEN Institute for Brain Research in Tokyo angesiedelt ist. In anderen Ländern konzentriert sich die Forschungstätigkeit zwar auch regional an bestimmten Insti-

tuten oder Universitäten. Dies reflektiert aber eher gewachsene Forschungstraditionen und ist auf die Größe und das Renommee von Forschungsstandorten wie z.B. des Massachusetts Institute of Technology (MIT) zurückzuführen. Experten sehen insbesondere in einer thematischen Bündelung einen Vorteil: Dort, wo Themen aller drei Ebenen der Hirnforschung an einem Ort erforscht werden, stellen sich offenbar Synergien und Erkenntnisfortschritte ein. Hier spielt das Management von Interdisziplinarität eine wichtige Rolle, das durch die räumliche Nähe erleichtert wird.

Es lassen sich innerhalb der Neurowissenschaften keine spezifischen Teilgebiete identifizieren, in denen in besonderem Maße wissenschaftliche Durchbrüche bzw. zentrale Erkenntnisse zu erwarten sind. Vielmehr wurde in Expertengesprächen darauf hingewiesen, dass Durchbrüche prinzipiell aus allen Forschungszweigen der Neurowissenschaften kommen können. Auch in Fachaufsätzen und Konferenzunterlagen wurden keine Hinweise auf die Setzung von Prioritäten bzw. geteilte Einschätzungen hinsichtlich der Bedeutung der einen oder anderen Forschungsrichtung gefunden. Abgesehen von der Erwartung, dass zentrale Erkenntnisse insbesondere durch die Kombination von Methoden, Perspektiven, Disziplinen und Techniken zustande kommen, gab es auch hier keine Einigkeit über die künftige Bedeutung von Einzelbereichen der Hirnforschung.

In allen untersuchten Ländern werden alle Bereiche der Hirnforschung gefördert. Es lassen sich keine nationalen Schwerpunktsetzungen der Förderung identifizieren, die auf unterschiedliche strategische Zielstellungen schließen lassen. Allerdings ist es aufgrund der heterogenen Forschungsförderinfrastrukturen nicht möglich, eine detaillierte budgetmäßige Gegenüberstellung vorzunehmen. Von daher kann nicht empirisch abgesichert behauptet werden, dass alle Bereiche in gleichem Umfang gefördert werden.

Ferner wurde insbesondere bei der Betrachtung der Förderlandschaft in Deutschland deutlich, dass bewusste forschungspolitische Prioritäten nur in sehr eingeschränktem Maße gesetzt werden. Die Förderung der Bernstein-Zentren, die hier als Gegenbeispiel dienen könnte, ist im Vergleich zum Gesamtvolumen der Förderung ein relativ kleiner Posten. Angesichts der Tatsache, dass die Hirnforschung sich erst zu etablieren beginnt und das Zeitalter der modernen Hirnforschung erst vor wenigen Jahren angebrochen ist, erscheint das Fehlen von steuernden Prioritäten jedoch nicht verwunderlich. Eine Schlussfolgerung für die Forschungsförderung kann hier lauten, weiterhin in der Breite zu fördern, um die Etablierung des Feldes voranzutreiben und so schließlich Spitzenforschung zu ermöglichen.

Abschließend stellt sich die Frage nach der internationalen Kooperation der neurowissenschaftlichen Forschung, da bei einem derart umfangreichen Projekt wie der Erforschung des menschlichen Gehirns der internationalen Koordination eine wichtige Rolle zukommen könnte. Dies scheint jedoch nicht der Fall zu sein. Jedes Land fördert gewissermaßen alle Teilbereiche der Hirnforschung für sich, sodass mögliche Synergien nicht genutzt und möglicherweise Arbeiten parallel an den gleichen Themen durchgeführt werden. Hier wäre zumindest auf europäischer Ebene eine Koordination von Förderaktivitäten und Forschungsprojekten prinzipiell denkbar und wünschenswert.

---

## PUBLIKATIONEN

*Staatliche Förderstrategien für die Neurowissenschaften – Programme und Projekte im internationalen Vergleich*

TAB-Hintergrundpapier Nr. 15

---

# POTENZIALE UND ANWENDUNGSPERSPEKTIVEN DER BIONIK

4.

DR. DAGMAR OERTEL  
PROF. DR. ARMIN GRUNWALD

---

Die Bionik versucht, mit wissenschaftlichen Mitteln »von der Natur« für technische Problemlösungen zu lernen. Unter Bionik werden Ansätze in Forschung und Entwicklung verstanden, die ein technisches Erkenntnisinteresse verfolgen und auf der Suche nach Problemlösungen, Erfindungen und Innovationen Wissen aus der Beobachtung und Analyse lebender Systeme heranziehen und dieses Wissen auf technische Systeme übertragen. Der Gedanke des Übertragens von Funktions- oder Strukturwissen von lebenden auf technische Systeme ist zentral für die Bionik.

Die Übertragung des Wissens, das an lebenden Systemen gewonnen wurde, in eine technische Umgebung ist kein trivialer Vorgang, da er die Potenziale der Bionik zunichte machen oder sogar in Risiken transformieren kann. Das Verhältnis der Bionik zur Natur ist deshalb gespalten. Natur hat in der Bionik einerseits Vorbildcharakter, interessiert aber andererseits nicht *als Natur* selbst, sondern eben als Vorbild für technische Problemlösungen.

---

## GEGENSTAND UND ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Die Bearbeitung dieses Themenfeldes wurde – auf Vorschlag des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung – im Frühjahr 2005 begonnen. Ziel der Untersuchung war – in Form einer Vorstudie – eine überblicksartige Zusammenstellung des aktuellen Stands der Forschung und Anwendung im Bereich der Bionik sowie Vertiefungsanalysen anhand ausgewählter Beispiele. Dabei sollten Forschungsstrategien aufgezeigt sowie marktrelevante Aspekte dokumentiert werden.

Im Kern wird der Frage nachgegangen, was den bionischen Zugang zur Lösung technischer Probleme auszeichnet, in welchen Feldern aktuell die bedeutendsten Entwicklungen und Anwendungen erfolgen, welche Chancen und Potenziale in der Bionik liegen, und mit welchen Risiken oder Gefahren zu rechnen ist. Dies sollte im Rahmen einer Vorstudie nur in einer

---

## PROJEKTDATEN

|                  |   |
|------------------|---|
| THEMENINITIATIVE | Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung |
| PROJEKTSTART     | März 2005   |
| ABSCHLUSSBERICHT | April 2006:<br>TAB-Arbeitsbericht Nr. 108                     |

begrenzten Detaillierung erfolgen. Daher wird übergreifenden Fragestellungen – wozu auch begriffliche Probleme gehören – eine entsprechend hohe Aufmerksamkeit gewidmet und werden die sich daraus ergebenden Thesen und Fragen in Form exemplarischer Vertiefungsfelder bearbeitet.

---

## ERGEBNISSE

### DIE BIONIKSZENE

Dadurch, dass der bionische Gedanke des Übertragens von Funktions- oder Strukturwissen von lebenden auf technische Systeme prinzipiell in wohl fast allen technischen Bereichen zum Zuge kommen könnte, gibt es keine eigene Systematik der Bionik. Zur *klassischen Bionik* gehören bionische Anwendungen in den Bereichen Bau und Klimatisierung, Konstruktionen und Geräte, Formgestaltung und Design, Verfahren und Abläufe, Materialien und Strukturen sowie Lokomotion. Ein wichtiges aktuelles Forschungsfeld mit erheblichem Anwendungspotenzial stellen neue Materialien dar. Die *neue Bionik* schließt an aktuelle Entwicklungen in Nanotechnologie und Evolutionsbiologie an. Sie umfasst einerseits molekularbiologisch inspirierte Mikroansätze der Nanobiotechnologie, der Prothetik und der neuronalen Steuerung, andererseits evolutionstheoretisch motivierte Entwicklungen in der Informationstechnik und in der Organisation kollektiver Prozesse.

Die deutsche Bionikforschung ist thematisch breit aufgestellt und hat eine sehr gute Ausgangsbasis. Die erforschten Segmente der Bionik und die Anwendungs-

felder treffen weitgehend auf attraktive Märkte im In- und Ausland. Sowohl etablierte Felder (wie z.B. Neue Materialien, funktionale Oberflächen oder Konstruktion) als auch sich erst entwickelnde Bereiche der Bionikforschung (wie z.B. die Prothetik) sind darauf angelegt, innovative Beiträge zu gesellschaftlich und industriell relevanter Forschung und Entwicklung zu leisten. In der Öffentlichkeit ist das Attribut »bionisch« positiv besetzt und wird gerne für Werbezwecke eingesetzt.

Neben den USA und Großbritannien sind vor allem Frankreich, Schweiz und Österreich stark in der Bionik engagiert. Japan – besonders im Bereich Lokomotion und Robotik – und China (marine Bionik) erweitern ihr Engagement. Die Informationslage ist allerdings teils recht dürftig, besonders in Bezug auf Russland und die USA, da dort viele Bionikprojekte in der Militärforschung angesiedelt sind und entsprechend der Geheimhaltung unterliegen.

## NEUE MATERIALIEN

Biologische Materialien sind ressourceneffizient gestaltet und zeichnen sich durch eine hohe Stabilität und Funktionalität bei verhältnismäßig geringem Materialeinsatz aus. Die verwendeten Materialien sind zudem in der Regel in der Umgebung leicht verfügbar (Opportunitätsprinzip in der Materialauswahl). In der Natur finden sich keine Hochleistungswerkstoffe, sondern einfache Materialien mit einer effizienten inneren Struktur, die auf die jeweilige biologische Konstruktion perfekt abgestimmt sind und so aus technischer Sicht erstaunliche mechanische Eigenschaften erzielen.

Durch ihre Kombination als Mehrkomponentenmaterialien oder Komposite zeichnen sich viele Materialien durch eine aus technischer Sicht ideale Kombination oft widersprechender Materialeigenschaften, wie z.B. Festigkeit und Elastizität, aus. Multifunktionalität stellt einen wesentlichen Beitrag zur Effizienz biologischer Materialien dar. Diese besitzen eine den Funktionen, die sie erfüllen sollen, angepasste Lebensdauer. Aufgrund der einfachen chemischen Basis sind alle Materialien biologisch abbaubar und damit Bestandteil eines natürlichen Kreislaufs.

Die Zahl werkstoffbasierter Entwicklungen ist so unüberschaubar, dass eine Einordnung, was den Stand der Forschung angeht, schwierig ist. Dennoch ist festzuhalten, dass die Bionik bei zukünftigen Materialentwicklungen eine bedeutende Rolle einnehmen kann. Denn Eigenschaften natürlicher Materialien –

wie adaptive Fähigkeiten, Multifunktionalität und ressourceneffizienter Aufbau – sind gleichzeitig auch Eigenschaften, die Ziele aktueller Werkstoffentwicklungen darstellen. Voraussetzung ist jedoch ein tieferes Verständnis für das Zusammenwirken von Funktion und Aufbau natürlicher Materialien sowie der Mechanismen bei Entstehung, Umformung und Selbstheilung.

In den Feldern Automobilbau und Bautechnik/Architektur kann Bionik unterschiedlich weitreichende Beiträge zu (zukünftigen) Technologien leisten (z.B. Leichtbaukonstruktion nach bionischem Vorbild, strömungstechnische Optimierung der Fahrzeuge, Entwicklung spezieller Felgen und Reifenprofile, am Kraftfluss orientierte Tragstrukturen, transparente Isoliermaterialien). Dabei garantiert die unmittelbare »Nähe zur Natur« – als Vorbildfunktion und als zu meist erster Verfahrensschritt bionischer Forschung – nicht per se einen nachhaltigen, heute oder zukünftig praxisrelevanten Einsatz. Ein sich abzeichnendes Charakteristikum umgesetzter bionischer Lösungen ist, dass sie eine hohe Anzahl neuer Entwicklungs- und Produktideen nach sich ziehen – nicht notwendigerweise ausschließlich bionischer Art. Dies zeigt das Beispiel selbstreinigender, superhydrophober (besonders wasserabweisender) Oberflächen und Materialien.

## NEUE BIONIK

Nanobionik und/oder Nanobiomimetik bezeichnen Forschungsaktivitäten, die Lösungsansätze der Natur (bzw. der Zelle) für menschliche Bedarfe und Herstellungsprozesse nutzbar zu machen. Diese Forschungsrichtungen sind molekularbiologisch orientiert und profitieren von Fortschritten in der Nanotechnologie. Entsprechende Entwicklungen befinden sich noch mitten im Stadium der Grundlagenforschung, auch wenn es um so konkrete Ziele geht, wie den technischen Nachbau der Photosynthese. Waren die bisher verfolgten bionischen Ansätze geprägt durch die Übertragung von Lösungsansätzen der Natur auf technische Systeme, so stehen im Rahmen der Nanobionik zugleich Eingriffe in die Natur auf dem Programm, die bis hin zum Bau künstlicher Zellen und damit letztlich zur Erzeugung künstlichen Lebens in der Synthetischen Biologie reichen. Die Analogie der bisherigen Bionik zur Nanobionik erweist sich spätestens dann als problematisch, wenn in die evolutiven Prozesse selbst eingegriffen wird, wenn also »der Mensch die Evolution selbst in die Hand nimmt«. Mit der dadurch einkehrenden Verkürzung der natürlichen Zeiträume, in denen sich evolutive Prozesse vollziehen, könnten

neue Risikotypen erzeugt werden. Bei aller Faszination der Nanobionik sollte daher eine sorgfältige Begleitung durch Risikoforschung und Technikfolgenabschätzung erfolgen.

Die Fortschritte in der Prothetik tragen zu einer Entwicklung bei, die von der morphologischen Analogiebildung (beispielsweise Hörrohr) über eine völlige Abstraktion und Abkehr vom Vorbild wieder zu einer kontinuierlichen Annäherung an die natürlichen Prozesse gelangt – ganz im Sinne des »Nachbaus« der zugrundeliegenden komplexen sensorischen und informationsverarbeitenden Mechanismen. Es geht damit zunehmend um die mehr oder weniger exakte funktionale Nachbildung der Natur. Die Neurobionik (z.B. Neuroprothetik, Biohybridelemente) wird von vielen Bionikern als bionisches Forschungsfeld akzeptiert, solange es um das Lernen von der Natur mit Blick auf evolutionäre Erkenntnisse geht. Andere grenzen sich jedoch von der Neurobionik für prothetische Anwendungen ab, da diese mehr auf den »Ersatz von Sinnen« ausgerichtet ist. Durch die enormen Fortschritte im Verständnis biologischer Elemente sowie den technischen Fortschritt im Bereich Miniaturisierung und Materialien ist zu erwarten, dass die Neurobionik dennoch in den kommenden Jahren eine klarere Rolle in der bionischen Forschung beanspruchen wird als bisher.

Die Nutzung evolutionärer Strategien ist ein weiteres aktuelles Forschungsfeld der Bionik. In der Informations- und Kommunikationstechnik operiert das sogenannte Natural Computing mit den Prinzipien von Variation und Selektion, um unter bestimmten Bedingungen »optimale« Strategien durch Probieren herauszufinden. In Fragen der Organisation komplexen Verhaltens, sei es des Verhaltens eines Kollektivs oder des Verhaltens Einzelner angesichts kombinatorischer Optimierungsaufgaben, werden seit einiger Zeit Phänomene der »Schwarmintelligenz« untersucht. Es geht dabei darum, das komplexe Verhalten z.B. von Ameisenvölkern oder Vogelschwärmen auf der Basis sehr einfacher Regeln auf der individuellen Ebene zu modellieren und hieraus Lösungsideen für Probleme sozialer Organisation zu gewinnen.

Grundsätzlich ist in diesen, technisch und wissenschaftlich sämtlich faszinierenden Feldern der »neuen Bionik« zu beachten, dass zwar erhebliche Potenziale für neuartige technische Möglichkeiten erkennbar sind, dass sich jedoch die Entwicklungen zum großen Teil noch in frühen Stadien befinden. Bionik zielt hier zwar letztlich auf technische Problemlösungen,

ist jedoch in der Regel noch weit von der Marktreife entfernt. Das häufig verwendete evolutionäre Prinzip der Selbstorganisation weist zudem eine eigene Ambivalenz auf und könnte zu Risiken führen, die Folgen einer zunehmenden Autonomie darauf aufbauender Technik und eines möglichen Kontrollverlusts des Menschen sind.

## SCHLUSSFOLGERUNGEN UND HANDLUNGSOPTIONEN

Bionik führt zu einer erheblichen Ausweitung der »Toolbox« im Innovationssystem, indem aus der Vielfalt der Problemlösungen in der Natur für technische Problemlösungen in der Welt des Menschen gelernt wird. Bereits diese beträchtliche Erweiterung menschlicher Handlungsmöglichkeiten rechtfertigt eigene Anstrengungen, um das bionische Potenzial möglichst gezielt zu erschließen. Bionik »als Versprechen« einer naturgemäßerer Technik trägt sicher zur Motivation vieler Forscher bei, ist jedoch für eine Begründung, warum Bionik betrieben und öffentlich gefördert werden sollte, gar nicht erforderlich. Hier reicht das Argument der Erschließung eines großen Ideenpools für menschliche Zwecke vollständig aus.

Für eine differenzierte Sicht der Bionik und der in diesem Bereich praktizierten Arbeitsweise ist es unabdingbar, den gesamten Innovationsprozess von den biologischen Grundlagen (Idee) bis hin zur technischen Umsetzung (Produkt) zu betrachten – auch um das Potenzial der Bionik realistisch darstellen zu können. Um Bionik als »Ideenpool« für Innovationen zu etablieren, ist eine grundlegende Voraussetzung das Entwickeln von Strategien zum effizienten Herausfiltern der für technische Problemlösungen relevanten Aspekte. Aufgrund der ungeheuren Vielfalt der »natürlichen Problemlösungen« wäre etwa eine weitere Systematisierung und Verfügbarmachung von Funktionsprinzipien aus der Biologie sinnvoll. Ein weiterer Punkt ist die Fokussierung der forschungsorientierten Förderung auf ausgewählte Aspekte (z.B. Wissensverwertung, Schutzrechtsstrategien, Aufbau neuer Förderschwerpunkte). Eine funktionierende interdisziplinäre Arbeitsweise ist dabei ein zentraler Baustein bionischer Entwicklungen. Auch hier bestehen Verbesserungsmöglichkeiten in der Kommunikation zwischen verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen. Die momentan in Deutschland bestehende Netzwerkbildung sollte – auch mit Blick auf interdisziplinäre Aspekte und die europäische Ebene – weitergeführt werden.

Das Anwendungspotenzial der Bionik ist enorm breit. Ein entsprechendes Marktpotenzial ist vorhanden, wobei für ein detailliertes Bild allerdings entsprechende Marktuntersuchungen notwendig wären. Für den Transfer bzw. die Nutzbarmachung bionischer Entwicklungen für Umsetzungen im Handwerk bzw. im Mittelstand fehlen regionale bzw. auch überregionale Unterstützungsstrategien. Die positive Besetzung des Begriffs »Bionik« in der breiten Öffentlichkeit wäre ausbaubar, auch vor dem Hintergrund der Vermittlung eines noch klareren Bildes, was Bionik genau ausmacht. Ein breit geteiltes Verständnis hiervon wäre u.a. auch eine Grundlage für eine bessere Verankerung bionischer Aspekte in Lehre und Ausbildung.

Für eine Weiterführung der Bearbeitung des Themas böten sich folgende Vertiefungsfelder an:

- › Ökobilanzielle Untersuchungen im Rahmen von Gesamtbetrachtungen bionischer Produktanwendungen
- › Konkretion bisher getroffener Aussagen zu »Chancen und Risiken« der Bionik insgesamt
- › Vertiefte Forschung im Bereich der »neuen Bionik« hinsichtlich der These »Bionik als Versprechen« (Kontextüberprüfung, Kriterien, Bewertung etc.), Realisierbarkeit der mit Bionik implizit verbundenen Vorstellungen (Robustheit, Fehlertoleranz, Adaptivität etc.), Eingriffstiefe und Wirkmächtig-

keit der »neuen Bionik« auf molekularer Ebene und damit zusammenhängender Risiken sowie Detailuntersuchungen für einzelne Bereiche (z.B. Nanobionik, Prothetik)

- › Durchführung einer differenzierten internationalen Vergleichsanalyse (Benchmark)
- › Untersuchung des potenziellen Beitrags der Bionik zu aktuellen ökologischen Problemen (z.B. im Bereich »Bauen und Wohnen«)

Deutschland gehört ohne Zweifel zu den bedeutenden Forschungsstandorten in der Bionik weltweit. Das wissenschaftlich hohe Niveau der deutschen Forschung gilt es, auch in Zukunft zu halten. Die internationale Reputation muss weiter gestärkt werden, und bionische Herangehensweisen sind nachhaltig und zeitnah in die Innovationsprozesse der Industrie zu integrieren. Es wird für die Zukunft darauf ankommen, das Wissen aus der bereits geleisteten Forschungsarbeit an die nächste Bionikgeneration weiterzugeben und vor allem durch Bildung und Ausbildung einen Multiplikatorenprozess anzustoßen.

---

## PUBLIKATIONEN

*Potenziale und Anwendungsperspektiven der Bionik*  
TAB-Arbeitsbericht Nr. 108

# AUSWIRKUNGEN DES EINSATZES TRANSGENEN SAATGUTS AUF DIE WIRTSCHAFTLICHEN, GESELLSCHAFTLICHEN UND POLITISCHEN STRUKTUREN IN ENTWICKLUNGSLÄNDERN

5.

DR. ARNOLD SAUTER

Gentechnisch verändertes Saatgut wird seit einigen Jahren in Entwicklungs-, vor allem aber in »Schwellenländern« wie Argentinien, Brasilien, China und Indien zunehmend eingesetzt. Die möglichen Auswirkungen auf die Nahrungsmittelproduktion in Entwicklungsländern sind seit Beginn der Diskussion über Nutzen und Risiken der Gentechnik ein wichtiger und hochkontroverser Streitpunkt der Debatte. Sowohl Befürworter als auch Gegner eines Einsatzes von transgenem Saatgut in Entwicklungsländern gehen davon aus, dass die Gentechnologie unter den ökologischen, ökonomischen, sozialen und institutionellen Bedingungen von weniger entwickelten wie von Schwellenländern weitreichende Auswirkungen haben kann. Auf der einen Seite stehen weitreichende Erwartungen an einen Beitrag der Gentechnik zur Ernährungssicherung und zum wirtschaftlichen Anschluss an die Industrieländer, auf der anderen Seite gibt es große Befürchtungen bezüglich nachteiliger Auswirkungen auf herkömmliche Produktions- und Lebensweisen.

Diskutiert werden sowohl direkte Folgen des Einsatzes transgener Pflanzen für Gesundheit und Umwelt als auch Einflüsse auf die Produktionssysteme durch die Stärkung »industrialisierter« Landwirtschaft. Aufgrund des hohen Konzentrationsgrades der internationalen Saatgutindustrie werden problematische Abhängigkeiten der nationalen Agrarwirtschaften erwartet, verschärft durch die Geltendmachung von Patentansprüchen. Gegenüber »konventionellen« Pflanzensorten, die unter »zurückhaltendere« Schutzsysteme des geistigen Eigentums, v.a. das Sortenrecht, fallen, stellt die Patentierung transgener Pflanzen ein gentechnikspezifisches, hochrelevantes und international seit Jahren intensiv debattiertes Problem dar.

## GEGENSTAND UND ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Bei der Konzeption des Projekts, das auf Vorschlag des Ausschusses für wirtschaftliche Zusammenarbeit

## PROJEKTDATEN

|                  |  |
|------------------|--|
| THEMENINITIATIVE | Ausschuss für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung |
| PROJEKTSTART     | Juni 2006  |
| ABSCHLUSSBERICHT | Vorlage geplant im Oktober 2007                              |

initiiert wurde, war zu berücksichtigen, dass sich prinzipiell ein äußerst weites Spektrum möglicher Teilthemen und Untersuchungsperspektiven eröffnet – vor allem deshalb, weil die geografischen, sozialen, kulturellen, politischen, wirtschaftlichen Bedingungen in den verschiedenen Ländern äußerst heterogen und in ihrer Kombination jeweils spezifisch sind. Die Untersuchungskonzeption des TAB sieht daher vor, dass nicht nur die allgemeine Debattenebene aufgearbeitet wird, sondern so konkret wie möglich dargestellt werden soll, wie sich der Einsatz transgenen Saatguts in den vergangenen zehn Jahren tatsächlich entwickelt hat, welche Folgen er gezeitigt hat und was – angesichts derzeitiger technologischer, ökonomischer und politischer Verhältnisse – daraus für die Zukunft abgeleitet werden kann. Hinzu kommt die Frage nach der Ausgestaltung der deutschen (bzw. auch europäischen) Entwicklungspolitik. Hieraus resultieren vier Themenschwerpunkte:

- › Stand der internationalen Debatte zu Chancen und Risiken für Entwicklungsländer: Akteure, Interessen, Ziele, Alternativen
- › Vertiefung anhand von Fallbeispielen: Stand des Einsatzes von transgenem Saatgut in (ausgewählten) Schwerpunkt- oder Partnerländern der deutschen Entwicklungszusammenarbeit
- › Aktivitäten der deutschen Entwicklungszusammenarbeit im Bereich Landwirtschaft/Ernährungssicherung im Allgemeinen, zur Unterstützung von Agrarforschung sowie von Bio- und Gentechnologie im Besonderen (seit 1995)
- › Handlungsoptionen für eine zukünftige Ausgestaltung der deutschen Entwicklungspolitik

---

## STAND DER ARBEITEN

Kernstück des Projekts sind die Fallstudien, über die empirisches Wissen erschlossen werden soll, das so nicht über allgemein zugängliche Informationsquellen zugänglich ist. Es wurden vier Länderstudien ausgewählt und zur Bearbeitung durch Gutachter in Auftrag gegeben, und zwar zu Brasilien, Chile, China und Costa Rica – Länder, in denen in großem Maßstab gentechnisch veränderte Pflanzen angebaut oder als Saatgut vermehrt werden. Dargestellt und analysiert werden soll ein breites Themenspektrum: zum Stand der Erforschung und Entwicklung transgenen Saatguts (in den jeweiligen Ländern), zu den beteiligten Akteuren und deren Interaktionen, zu den Verbreitungswegen transgenen Saatguts, zum Anbau trans-

gener Pflanzen, zu erkennbaren Auswirkungen auf die traditionellen Anbauverfahren und die dabei erzielten ökonomischen Resultate sowie die Verteilung der Wertschöpfung im Vergleich zum konventionellen Pflanzenanbau, zur politischen und rechtlichen Situation, zu den ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Folgen sowie zur gesellschaftlichen Debatte über den Einsatz der Gentechnik, vor allem im Vergleich mit der Nutzung traditioneller Verfahren.

Diese länderspezifischen Ergebnisse werden dann der Analyse der internationalen, übergreifenden Debatte gegenübergestellt und mit Blick auf mögliche Folgerungen für die deutsche Entwicklungszusammenarbeit ausgewertet.

---

# INTERNETKOMMUNIKATION IN UND MIT ENTWICKLUNGSLÄNDERN – CHANCEN FÜR DIE ENTWICKLUNGSZUSAMMENARBEIT AM BEISPIEL AFRIKA

6.

CHRISTOPHER COENEN  
ULRICH RIEHM

---

Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) für Entwicklungsfragen (Information and Communication Technologies for Development, ICT4D) finden in diesem Jahrzehnt weithin verstärkte Beachtung. Einen starken Schub hat die Thematik u.a. durch den zweiteiligen Weltgipfel (2003 und 2005) der Vereinten Nationen zur Informationsgesellschaft (WSIS) erhalten. Mittlerweile existiert eine Vielzahl von Initiativen, Entwicklungsprojekten und Diskussionszusammenhängen. Deutschland und speziell der Deutsche Bundestag sind dabei wichtige Akteure. Eine zugleich umfassende und vertiefte Auseinandersetzung mit den Chancen, die IKT und speziell das Internet in Afrika bieten, hat bisher allerdings nur in geringem Maße stattgefunden.

---

## GEGENSTAND UND ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Trotz des WSIS-Prozesses kann ICT4D bisher nicht als ein entwicklungspolitisches Kernthema gelten. Seitens der »nördlichen« Staaten wird vor allem die Position vertreten, dass die Integration der IKT- und Internetnutzung in alle dafür geeigneten Aktivitäten anzustreben sei. In Deutschland stehen die entwicklungspolitische Klärung und eine etwaige Profilbildung noch aus, wozu der TAB-Bericht beitragen soll. Insbesondere im Zuge des WSIS-Prozesses haben afrikanische Akteure einen hohen ICT4D-Bedarf festgestellt. Vor diesem Hintergrund untersucht das TAB die Frage der Wirksamkeit von ICT4D (und dabei des Internets), die allgemeinen und IKT-spezifischen Bedingungen sowie die Herausforderungen und Chancen der Entwicklungszusammenarbeit in diesem Bereich. Neben der Internetkommunikation werden auch das Radio und die Mobiltelefonie berücksichtigt. Da die deutsche und internationale Politik der weiteren Entwicklung Afrikas und insbesondere auch Subsahara-Afrikas erklärtermaßen starke Beachtung schenken, wird die Thematik Inter-

---

## PROJEKTDATEN

|                  |  |
|------------------|--|
| THEMENINITIATIVE | Ausschuss für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung |
| PROJEKTSTART     | Januar 2006  |
| ABSCHLUSSBERICHT | Vorlage geplant im März 2007                                 |

netkommunikation vor allem am Beispiel Subsahara-Afrika bearbeitet. Die Analysen fokussieren auf drei Anwendungsbereiche: Demokratische und zivilgesellschaftliche Strukturen, Wirtschaft und Handel sowie Bildung, Wissenschaft, Forschung und technologische Entwicklung. Als Schwerpunkte innerhalb der drei Bereiche werden zum einen Internet- und IKT-Einsatzweisen und -möglichkeiten untersucht, die unmittelbar den zentralen Zielen der Entwicklungszusammenarbeit dienen oder zur Stärkung der Grundvoraussetzungen von Entwicklung beitragen. Zum anderen werden Einsatzbereiche und -optionen betrachtet, die zwar im entwicklungspolitischen Kontext immer stärkere Beachtung finden, gemeinhin aber nicht als Kernthemen der Entwicklungszusammenarbeit gelten (z.B. Hochschulen).

---

## STAND DER ARBEITEN

Mit dem Ziel einer sowohl breiten als auch durch Fallanalysen vertieften wissenschaftlichen Fundierung wurden insgesamt neun Gutachten vergeben und ein gemeinsames Fachgespräch mit allen Gutachtern sowie einzelne Arbeitstreffen durchgeführt. Auf Basis der 2006 weitgehend erfolgten Auswertung der Gutachten und eigener Recherchen wird der TAB-Bericht die wissenschaftliche Forschung und die politischen Debatten sowie die Erfahrungen, die bei der Internetnutzung in Subsahara-Afrika gemacht werden, analysieren und beurteilen, insbesondere hinsichtlich politischer Handlungsoptionen in der deutschen Entwicklungszusammenarbeit.

# ÖFFENTLICHE ELEKTRONISCHE PETITIONEN UND BÜRGERSCHAFTLICHE TEILHABE

7.

ULRICH RIEHM  
CHRISTOPHER COENEN  
DR. RALF LINDNER, FHG-ISI

»Jedermann hat das Recht, sich einzeln oder in Gemeinschaft mit anderen schriftlich mit Bitten oder Beschwerden an die zuständigen Stellen und an die Volksvertretung zu wenden.«, so Artikel 17 des Grundgesetzes. Die wahrscheinlich bekannteste, wenn auch nicht einzige Institution dieses grundrechtlich garantierten Petitionsrechtes ist der Petitionsausschuss des Deutschen Bundestages. Petitionsrecht und Petitionspraxis unterlagen im Laufe der Geschichte einem stetigen Wandel. Sie haben sich »von der Untertanenbitte zum Bürgerrecht« entwickelt und weiter ausdifferenziert.

Neben dem weiterhin wichtigen Bereich der Beschwerde in eigenen und persönlichen Angelegenheiten wurden in den letzten Jahren Massenpetitionen und solche zu allgemeinpolitischen Anliegen und Gesetzen immer wichtiger. Gerade in jüngster Zeit haben einzelne Petitionen auch öffentliche Aufmerksamkeit erregt (z.B. »Praktikanten-Petition«) und wurden vom Petitionsausschuss öffentlich verhandelt – ebenfalls ein Novum in der Geschichte des Deutschen Bundestages. Dieser stetige Wandel drückt sich auch darin aus, dass der Deutsche Bundestag seit Oktober 2005 einen Modellversuch »Öffentliche Petitionen« durchführt. Dieser Modellversuch war Ausgangspunkt für eine Anfrage des Petitionsausschusses an den für das TAB zuständigen Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung, das TAB mit der Auswertung des Modellversuchs zu betrauen und den Petitionsausschuss bei der Vorbereitung seiner im Jahr 2007 anstehenden Entscheidung über die Fortführung des Modellversuchs zu unterstützen. Der Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung hat diese Anregung aufgegriffen und das TAB mit einem TA-Projekt zum Thema »Öffentliche elektronische Petitionen und bürgerschaftliche Teilhabe« beauftragt, das am Modellversuch »Öffentliche Petitionen« ansetzt, aber in seinen Fragestellungen darüber hinausgeht.

## PROJEKTDATEN

|                  |                              |
|------------------|------------------------------|
| THEMENINITIATIVE | Petitionsausschuss           |
| PROJEKTSTART     | September 2006               |
| ABSCHLUSSBERICHT | Vorlage geplant im März 2008 |

## GEGENSTAND UND ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Das TA-Projekt befasst sich zum einen mit dem Modellversuch »Öffentliche Petitionen« des Deutschen Bundestages, zum anderen mit Entwicklungen im Petitionswesen in Deutschland und im internationalen Umfeld.

Der Modellversuch zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass Petitionen »von allgemeinem Interesse« über das Internet öffentlich gemacht, im Internet in einem Diskussionsforum diskutiert und durch andere mit ihrer Unterschrift unterstützt werden können. Die Untersuchungen zum Modellversuch zielen auf eine umfassende Bewertung des eingesetzten Systems in Bezug auf Funktionalität, organisatorische Einbindung in die Abläufe des Deutschen Bundestages, Benutzerfreundlichkeit und Sicherheit. Das Diskussionsforum stellt im Rahmen des Modellversuchs die weitreichendste Innovation dar und wird deshalb in Bezug auf die Qualität der dort geführten Diskussionen wie auch in Bezug auf die Verwertung im Rahmen des parlamentarischen Verfahrens besonders intensiv untersucht. Es werden sowohl die Petenten befragt – herkömmliche Petenten und solche, die das System im Internet nutzen – als auch die Nutzer des Systems im Deutschen Bundestag, also im Wesentlichen Bundestagsverwaltung sowie Abgeordnete und ihre Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Außerdem wird die öffentliche Resonanz des Modellversuchs untersucht. Insgesamt soll dem Deutschen Bundestag damit Material für eine Beurteilung von Erfolg oder Misserfolg des Modellversuchs an die Hand gegeben werden, und es

soll die Entscheidung über die Fortführung bzw. die Überführung in den Regelbetrieb mit Vorschlägen und Optionen unterstützt werden.

Neben den auf den Modellversuch bezogenen Untersuchungen interessiert im Rahmen dieses Projekts der Wandel von Petitionssystemen im Wechselspiel zwischen politischen Systemen, gesellschaftlichen Problemlagen und technologischem bzw. medialem Wandel. Das Petitionssystem wird gerne als »Seismograf« der Demokratie bezeichnet, mit dem die Stimmung in der Bevölkerung aufgezeichnet wird. Man erhofft sich dadurch, möglichen politischen Fehlentwicklungen rechtzeitig gegensteuern zu können. Gleichzeitig wandeln sich auch die Ansprüche der Bürger in Bezug auf die Transparenz politischer Prozesse und politischer Teilhabe. Die relativ breite Nutzung des Internets bietet wiederum Chancen für eine neue »Interaktivität« zwischen Politik und Bürger. Die Folge sind Wandlungen und Ausdifferenzierungen in den Petitionssystemen ganz unterschiedlicher Art. Zwei aktuelle Beispiele mögen dies veranschaulichen. Seit Dezember 2006 wurde beim Premierminister Großbritanniens ein elektronisches Petitionssystem eingerichtet, das in kürzester Zeit eine enorme Öffentlichkeitswirksamkeit und eine Beteiligung von mehreren Millionen Bürgern erzielt hat. Seine Wirkungen werden in Wissenschaft und Politik äußerst kontrovers diskutiert. In Deutsch-

land hat es eine Studenteninitiative mit dem Internetportal »direktzurkanzlerin.de« geschafft, das Bundespresseamt dazu zu bewegen, jedenfalls einen Teil der dort eingehenden Anfragen öffentlich zu beantworten. Solche Wandlungsprozesse sollen in Deutschland und in anderen Ländern untersucht werden. Die Erkenntnisse daraus können wiederum Anregungen für den Deutschen Bundestag selbst liefern. Außerdem geht es um eine Beurteilung der durch gesellschaftliche und technologische Wandlungsprozesse ausgelösten Veränderungen der Kernfunktionen des Petitionswesens.

---

## STAND DER ARBEITEN

In der ersten Phase des Projekts seit Oktober 2006 stand die Analyse des Modellversuchs »Öffentliche Petitionen« im Vordergrund der Arbeiten. In diesem Rahmen wurden umfangreiche und vielfältige empirische Untersuchungen durchgeführt (Prozessanalysen, Interviews, schriftliche Befragungen und Onlineerhebungen, softwareergonomische Bewertungen), die alle in einen Bericht mit Überlegungen zur Weiterführung des Systems »Öffentliche Petitionen« beim Deutschen Bundestag einfließen werden. Die Analysen zum Wandel des Petitionswesens in Deutschland und im Ausland beginnen im Jahr 2007.

# GENDOPING

8.

DR. KATRIN GERLINGER  
DR. ARNOLD SAUTER

Seit einigen Jahren wird angenommen, dass »Gendoping« die nächste Stufe der unerlaubten Leistungsmanipulation im Sport sein wird. Gespeist wird diese Annahme durch die Extrapolierung der weitreichenden Ziele und Visionen aus dem Umfeld der Humangenom- und -proteomforschung und ihrer potenziellen Anwendung in Gendiagnostik und -therapie auf den Bereich des Leistungs-, aber auch des Breitensports. Aufgrund der langen und ungebrochenen Tradition des Dopings erscheint es plausibel, dass in diesem illegalen und betrügerischen Umfeld eine besondere Bereitschaft besteht, trotz Verbot und Androhung weitreichender Sanktionen hochriskante und medizinisch kaum geprüfte Mittel und Verfahren auszuprobieren und anzuwenden.

## GEGENSTAND UND ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Gendoping wird definiert als die nichttherapeutische Verwendung von Zellen, Genen und Genelementen oder die Beeinflussung der Genexpression, um die sportliche Leistung von Individuen zu erhöhen (Welt-Anti-Doping-Agentur – WADA). Dies umfasst Maßnahmen in der natürlichen Umgebung der Zellen im Körper (in vivo) oder nach einer Entnahme aus dem Gewebe (ex vivo) mit anschließender Rückführung.

Klärungsbedarf besteht vor allem bezüglich des Entwicklungsstands und des Anwendungsbereichs gentherapeutischer Verfahren und Verfahren zur Beeinflussung der Genexpression zu Dopingzwecken, den damit einhergehenden gesundheitlichen Risiken sowie hinsichtlich des Zeithorizonts, ab dem diese missbräuchlich eingesetzt werden könnten. Deshalb wurde das TAB auf Initiative des Sportausschusses mit einem Projekt zum Thema »Gendoping« beauftragt.

Sportwissenschaftlich sind die Verbesserung der muskulären Leistungsfähigkeit, der Sauerstoffaufnahmekapazität und der Energiebereitstellung die physiologischen Schwerpunkte zur Steigerung der Leistungsfähigkeit – legal wie illegal. Aus diesem Blickwinkel sollen in einer Istanalyse die Erkenntnisse aus der

## PROJEKTDATEN

|                  |                                  |
|------------------|----------------------------------|
| THEMENINITIATIVE | Sportausschuss                   |
| PROJEKTSTART     | September 2006                   |
| ABSCHLUSSBERICHT | Vorlage geplant im November 2007 |

Genom- und Proteomforschung und entsprechender therapeutischer Verfahren dargestellt werden. Dabei wird unterschieden nach Genen oder Genelementen, welche die körpereigene Produktion leistungsregulierender Substanzen beeinflussen, und den verschiedenen Transfertechniken. Der jeweilige medizinische Entwicklungsstand und die damit einhergehenden gesundheitlichen Risiken sollen herausgearbeitet werden. Für einzelne gentherapeutische Verfahren werden potenzielle Techniken und Möglichkeiten des Nachweises beschrieben. Dazu gehören auch wirtschaftliche und logistische Aspekte.

Die gegenwärtige Dopingsituation im Sport – untergliedert nach Breiten- und Spitzensport, nach Sportarten und nach Substanzklassen – wird, soweit möglich, empirisch dokumentiert. Wirtschaftliche Aspekte und zunehmend global agierende Herstellungs- und Verteilungsstrukturen sollen beschrieben werden und die Grundlage für den Vergleich des »traditionellen« Dopings mit dem Gendoping bilden.

Ein weiterer Schwerpunkt wird die Beschreibung der am Doping Beteiligten sein. Gründe, Motive und Ziele von Pro- oder Kontra-Entscheidungen werden herausgearbeitet und das Täter-Opfer-Verhältnis thematisiert. Gesellschaftspolitische (Aufklärung, Prävention, Bestrafung) und ethische Probleme (Verhaltensnormen) runden das Bild der Akteure und Strukturen ab. Auf dieser Basis soll gezeigt werden, wo Gemeinsamkeiten und wo Unterschiede zu erwarten sind, wenn durch Gendoping die Möglichkeiten zur sportlichen Leistungssteigerung zunehmen werden.

## STAND DER ARBEITEN

In der ersten Projektphase wurden zu folgenden Themenfeldern Gutachten vergeben:

### *Stand und Perspektiven dopingrelevanter Ergebnisse der Genomforschung und entsprechender gentherapeutischer Verfahren*

Dieses Gutachten soll die Erkenntnisse aus der Genomforschung und den Stand der Entwicklung entsprechender therapeutischer Verfahren aus dem Blickwinkel des möglichen missbräuchlichen Einsatzes zur individuellen Leistungssteigerung im Sport darstellen. Der aktuelle Wissensstand zum leistungssteigernden Potenzial wird demjenigen zu den existierenden Anwendungsrisiken gegenübergestellt und bildet die Grundlage der Bewertung und Prognose bezüglich der Anwendungswahrscheinlichkeit im Sport.

### *Gendoping: Techniken, potenzielle biologische Ziele und Möglichkeiten des Nachweises*

In den letzten Jahrzehnten wurden sowohl durch die Grundlagenforschung als auch durch die pharmakologischen Forschungsbemühungen die Kenntnisse über die molekularen Mechanismen der Zellfunktionen und der molekularbiologischen Techniken extrem erweitert. Damit eröffnen sich auch neue Möglichkeiten und Wege zur illegalen Manipulation. Ziel des Gutachtens ist es, einen Überblick über die momentane Situation im Bereich des Gendopings aus molekularbiologischer Sicht zu geben.

Die Entwicklungsperspektiven bzw. Missbrauchspotenziale von genetischen Dopingstrategien werden aufgezeigt. Möglichkeiten und Grenzen der Nachweisbarkeit des Gendopings bilden einen weiteren Schwerpunkt. Auch dieses Gutachten bewertet Wahrscheinlichkeiten ausgewählter potenzieller Anwendungsstrategien zur illegalen Leistungsmanipulation.

### *Dopingstrukturen im Sport unter besonderer Berücksichtigung der Möglichkeiten und Grenzen des Dopingnachweises*

Doping im Sport ist die unerlaubte Anwendung bestimmter vertraglich vereinbarter Mittel und Methoden zur individuellen Leistungssteigerung und basiert auf illegalen oder gar kriminellen Verhaltensweisen bezüglich der Verschreibung, des Inverkehrbringens und/oder der Anwendung. Diese illegalen Strukturen sind nur schwer nachzuweisen und demzufolge auch schwer quantitativ zu beschreiben. Ziel des Gutachtens ist es, die existierende Dopingsituation im Sport, möglichst untergliedert nach Breiten- und Spitzensport, nach Sportarten und nach Substanzklassen, empirisch zu dokumentieren.

# CHANCEN UND HERAUSFORDERUNGEN NEUER ENERGIEPFLANZEN

9.

PROF. DR. ARMIN GRUNWALD  
DR. ROLF MEYER  
DR. DAGMAR OERTEL  
DR. ARNOLD SAUTER  
DR. CHRISTINE RÖSCH

Die angestrebte verstärkte Nutzung von Pflanzen als nachwachsende Energieträger ist eine wichtige wissenschaftliche Fragestellung und eine Herausforderung im Schnittpunkt von Energie-, Umwelt-, Agrar-, Forschungs- und Wirtschaftspolitik. In Wissenschaft und Politik werden mögliche Optionen und Strategien sowie die damit verbundenen sozioökonomischen und umweltrelevanten Auswirkungen intensiv diskutiert.

## GEGENSTAND UND ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Aus der Sicht der Fachausschüsse des Deutschen Bundestages besteht u.a. Interesse daran zu klären, welche Pflanzen für eine energetische Verwendung infrage kommen, wie realistisch ein mittel- bis großflächiger Anbau in Deutschland ist und welche energiepolitischen, (agrar)ökonomischen, (agrar)sozialen sowie (agrar)ökologischen Auswirkungen beschreibbar sind. Neben einer vertieften Analyse landwirtschaftlicher Wirkungsdimensionen eines ausgedehnten Energiepflanzenanbaus sind mit Blick auf die internationale Situation darüber hinaus Fragen nach den Quellen und Transportwegen von Biomasse innerhalb und außerhalb der EU sowie nach Regelungen für eine nachhaltige Bioenergieproduktion, die ökologische und soziale Standards vorgeben (z.B. Zertifizierungssysteme), zu beantworten.

Das TAB beabsichtigt, zunächst folgende Themenkomplexe zu bearbeiten, die nach derzeitiger Einschätzung bislang noch vergleichsweise wenig behandelt und daher vermutlich besonders für eine vertiefte Bearbeitung geeignet sind:

- › Eine differenzierte Bestandsaufnahme und Potenzialanalyse bislang genutzter bzw. potenziell nutzbarer Energiepflanzen (einschließlich der pflanzenzüchterischen Herausforderungen und entsprechenden konventionellen und gentechnisch ausgerichteten Züchtungsstrategien) und der ver-

## PROJEKTDATEN

|                  |  |
|------------------|--|
| THEMENINITIATIVE | Ausschuss für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung |
| PROJEKTSTART     | Dezember 2006  |
| ABSCHLUSSBERICHT | Vorlage geplant im August 2008   |

wendeten Anbaumethoden mit Blick auf die vielfältigen und heterogenen Anforderungen und Rahmenbedingungen des konkreten landwirtschaftlichen Anbaus. Besondere Berücksichtigung verdienen regionale Standortbedingungen, die regionale Verteilung von Energiepflanzen bzw. Energiefruchtfolgen in Deutschland sowie die Frage der möglichen Nettoenergiegewinne.

- › Eine Analyse der vorhandenen und der erforderlichen bzw. wünschenswerten Struktur des Anbaus und der Weiterverarbeitung von Energiepflanzen. Sie sollte herausarbeiten, welche Konversionsverfahren besonders geeignet sind, um die gesteckten energie- und umweltpolitischen Ziele zu erreichen (z.B. ob die Energieerzeugung eher zentral oder dezentral organisiert werden könnte bzw. sollte, um sowohl ökologisch und ökonomisch als auch sozial nachhaltig zu sein). Hierbei sind insbesondere Aspekte des Handels und Transports von Bioenergie zu berücksichtigen.
- › Eine systematische Betrachtung der (insbesondere agrarökonomischen und -ökologischen) Folge-dimensionen bestimmter Anbau- und Nutzungsszenarien mit dem Schwerpunkt auf Deutschland. Dazu gehören beispielsweise die Folgen für landwirtschaftliche Produktionsstrukturen und die Betriebe sowie Veränderungen der Wertschöpfungsketten; ferner die Auswirkungen auf die Anbaustruktur, das Fruchtartenspektrum, die Bodenfruchtbarkeit und die Humusbilanz sowie auf Wasserhaushalt und Gewässerschutz. Darüber hinaus sind Implikationen für die Erzeugung von

Futter- und Nahrungsmitteln und deren Preise zu berücksichtigen.

- › Eine Untersuchung der Anbaubedingungen für Energiepflanzen innerhalb und außerhalb Europas und eine Analyse möglicher Konkurrenzbeziehungen.
- › Eine Analyse der Ansätze und Möglichkeiten von international verankerten Nachhaltigkeitszertifizierungsmaßnahmen für den Anbau von Energiepflanzen im Besonderen und die Erzeugung von Bioenergie im Allgemeinen unter den Bedingungen globaler Produktion und Distribution.
- › Eine Einordnung der Ergebnisse der Potenzial- und Folgenanalysen in den energie-, landwirtschafts- und umweltpolitischen Rahmen. Hiermit verbunden wäre die Ausleuchtung zukünftiger Zielkonflikte und Konkurrenzen von Flächen und Nutzungszwecken sowie entsprechender Optionen zur Auflösung solcher Probleme, um die mit einem ver-

stärkten Anbau von Energiepflanzen verbundenen Chancen nutzen zu können.

- › Eine Identifikation von Gestaltungsmöglichkeiten eines nachhaltigen Ausbaus der Bioenergieerzeugung aus Energiepflanzen sowie von spezifischem Forschungsbedarf (z.B. Pflanzenzüchtung, Konversion, Begleitforschung).

Aufgrund der Bedeutung der sehr komplexen Thematik und der vielfältigen Anforderungen an das Ergebnisspektrum ist ein gestuftes TA-Projekt vorgesehen. Angesichts der umfangreichen Ergebnisse zahlreicher aktueller und demnächst vorliegender Studien wird zunächst der Forschungsstand aufgearbeitet und in Form eines synoptischen Vergleichs umfassend ausgewertet. Im Zusammenhang mit der Erarbeitung eines solchen Überblicks wird dann das weitere spezifische Arbeitsprogramm (Schwerpunktsetzung und vertiefende Analysen) festgelegt.



# MONITORING IV



# eLEARNING IN FORSCHUNG, LEHRE UND WEITERBILDUNG

1.

DR. CHRISTOPH REVERMANN

Die Möglichkeiten einer computer- und netzgestützten Aus- und Weiterbildung sind Gegenstand von vielfältigen Erörterungen und Anwendungen in Wissenschaft und Praxis. Dies gilt im Blick auf die Bedeutung von eLearning für die Veränderungen der Forschungslandschaft und Wissensgesellschaft einerseits, aber auch für innovative Perspektiven und Rahmenbedingungen für die Entwicklung von Unternehmen und ihrer jeweiligen Kommunikations- und Organisationskultur andererseits. Den Hintergrund aller Aktivitäten zum Thema eLearning bildet die in den letzten Jahren immer bedeutender gewordene Hinwendung zur sogenannten »innovativen Bildungstechnologie« und zum Paradigma des »Lebenslangen Lernens«.

Vor diesem Hintergrund hat – auf Anregung des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung – das TAB Ende 2003 mit der Durchführung eines Monitorings »eLearning« begonnen. Über einen längeren Zeitraum werden aktuelle und innovative Entwicklungen identifiziert, analysiert und politische Handlungskonzepte und Handlungsoptionen reflektiert. Zu ausgewählten Teilaspekten werden entsprechende Hintergrundpapiere und Sachstandsberichte vorgelegt (bisher: TAB-Hintergrundpapier Nr. 11, TAB-Arbeitsbericht Nr. 105).

## GEGENSTAND UND ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Die besondere Bedeutung von eLearning für die Entwicklung einer internationalen Wissensgesellschaft, der europäischen Forschungslandschaft und Wirtschaftsstruktur wird in zahlreichen Konzepten und Strategien für das sog. »virtuelle« Lernen deutlich und zunehmend gewürdigt. Gerade weil unterschiedliche Akteure – auf internationaler, nationaler und regionaler Ebene als Anbieter, Anwender, Mediäre und als Organisation – im Bereich eLearning aktiv sind, hat das Themenfeld diese enorme Dynamik entfaltet. Zu konstatieren ist jedoch auch, dass nach einigen Jahren der Anwendung Ernüchterung eingetreten ist und die Akteure nach Orientierung und soliden Perspektiven suchen.

## PROJEKTDATEN

|                  |   |
|------------------|---|
| THEMENINITIATIVE | Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung                           |
| PROJEKTSTART     | Dezember 2003   |
| ABSCHLUSSBERICHT | März 2006:<br>TAB-Arbeitsbericht Nr. 107<br>April 2006:<br>TAB-Hintergrundpapier Nr. 14 |

Die Bedeutung des eLearnings für Dozenten und Studierende, für Forschung und Lehre in allen Fachbereichen, für Studien- und Hochschulreformen, für Hochschulmarketing, nationale Bildungstechnologie und internationale Reputation der deutschen Bildungseinrichtungen ist in den vergangenen Jahren überaus deutlich geworden. Die Erfahrungen aus den Förderprogrammen bzw. den weit über 100 Projekten, die das BMBF zwischen 2000 und 2004 gefördert hat, sowie empirische Untersuchungen zeigen jedoch ebenso deutlich, dass eLearning als Teil eines Hochschulentwicklungsprozesses zu begreifen ist und es um eine notwendige Veränderung der Hochschule im digitalen Zeitalter geht. Nationale Folgeprogramme und Förderungen wie z.B. »E-Learning für die Wissenschaft« sollen daher den Hochschulen in den Jahren 2005 bis 2007 helfen, das bislang Geschaffene zu konsolidieren. Ebenso ist klar, welche Integrationsbemühungen (noch) erforderlich sein werden, wenn zukünftig die allermeisten Lehrenden und Lernenden eLearning verwenden – möglich wird dies nur, wenn eine effektive und effiziente Integration in die Aufbau- und Ablauforganisation der Hochschulen erreicht werden kann. Letztlich ist zudem eine vollständige Integration mit den verschiedenen universitären Verwaltungsbereichen notwendig, deren Zusammenwirken eine Bedingung für einen nachhaltigen Einsatz von eLearning in den Hochschulen darstellt.

Ein im Frühjahr 2006 vorgelegter Sachstandsbericht (TAB-Arbeitsbericht Nr. 107) dokumentiert den Stand von Entwicklung, Einsatz und technischer Umsetzung von eLearning in den Bereichen Forschung, Lehre und Weiterbildung an den Hochschulen und gibt einen fun-

dierten Überblick über die verschiedenen Aktivitäten der Universitäten, öffentlichen und privaten Hochschulen sowie wissenschaftlichen Weiterbildungseinrichtungen. Er analysiert zudem die Defizite und formuliert Handlungsbedarf.

---

## ERGEBNISSE

---

### eLEARNING IN FORSCHUNG, LEHRE UND WEITERBILDUNG IN DEUTSCHLAND

#### NACHHALTIGE IMPLEMENTIERUNG NOTWENDIG

Kernziel muss die dauerhafte Nutzung der Entwicklungen, die Übernahme innerhalb und außerhalb der Hochschulen sowie eine solide Finanzierungsgrundlage für Einsatz, Pflege und Weiterentwicklung von eLearning sein. Dazu gehören Maßnahmen zur strategischen Ausrichtung ebenso wie solche zur Technik, Didaktik und curricularen Integration. Nicht zu vernachlässigen sind Öffentlichkeitsarbeit und Marketing, Rechtemanagement und Qualitätssicherung. Das heißt auch, dass sich an der Sicherung der Nachhaltigkeit nicht nur die Hochschulen mit ihren Projekten, insbesondere die Hochschulleitungen, sondern auch Ministerien, Unternehmen, sonstige Institutionen sowie Finanz- und Fördermittelgeber beteiligen sollten. Dass die nachhaltige Implementierung von eLearning auf allen Ebenen von herausragender Bedeutung ist, haben inzwischen viele Verantwortliche in Politik und Hochschulleitungen erkannt. Mittlerweile werden vielfach Supporteinrichtungen aufgebaut, sei es an einer Einrichtung (Forschungsgruppe, Hochschulrechenzentrum, Medienzentrum), als Netzwerk aus (neuen und) vorhandenen Einrichtungen, als neue zentrale Einrichtung, als rein hochschulintern ausgerichtete Institution, als Einrichtung einer landesweiten Vernetzung oder als Anlagerung entsprechender Dienstleistungen an vorhandenen Kommunikations- und Medienzentren. Hier liegt auch ein Großteil der ab 2005 neu angelaufenen Fördermaßnahmen von Bund und Ländern.

#### WEITERBILDUNG UND VERMARKTUNGSPOTENZIALE

eLearning-Entwicklungen richten sich noch mehrheitlich auf die Forschung und die Unterstützung und Ergänzung der Präsenzlehre an den Hochschulen. Weiterbildung ist bislang ein weniger beachtetes

Arbeitsfeld, obgleich dieser Bildungsbereich Möglichkeiten für Einnahmen, Profilbildung, Kooperationen und mehr bietet. Auch die Weiterbildungszentren bieten noch nicht viele eLearning-Produkte an und zeigen sich hinsichtlich des Ausbaus dieses Angebots oft verhalten. Profilierung, ggf. Marktsegmentierung und Positionierung im Markt scheinen hier wie in anderen Diskussionen für die Hochschulen noch schwierig zu sein, auch wenn es inzwischen diverse einzelne Akteure, Hochschulleitungen und Supporteinrichtungen gibt, die sich neben administrativen und organisatorischen Aufgaben auch um diese strategischen Aspekte kümmern. Vermarktungs- und Vertriebsstrukturen finden sich in funktionsfähiger Form nur selten, was aber auch darauf zurückzuführen sein mag, dass die Weiterbildung an sich an den Hochschulen bisher keine allzu große Bedeutung hat(te). Von hoher Relevanz für die weitere Entwicklung ist jedoch zumindest die Ausrichtung auf qualitativ hochwertige Weiterbildung sowie die Zielgruppenorientierung und bedarfsgerechte Aufbereitung der Produkte. Diese Weiterbildung sollte die Kompetenz der Hochschulen spiegeln und zugleich auch den Bedürfnissen der Zielgruppen entsprechend den Zugang attraktiv und leicht machen.

#### EUROPÄISCHE WISSENSGESELLSCHAFT – POTENZIALE DES eLEARNINGS

Eine umfassende Implementierung von eLearning hat sich insbesondere an der konkreten Frage zu orientieren: »Wo schafft der Einsatz von eLearning einen wirklichen Mehrwert gegenüber herkömmlichen Methoden und Inhalten von Lehre und Lernen?« Der Zusatznutzen kann beispielsweise in neuen Inhalten oder einer höheren Effizienz des Lernens bestehen. Neben den Formaten und Inhalten der Lehre werden sich aber auch die didaktischen Ansprüche an die Lehrenden verändern. Hier könnte das Motto lauten: »From teaching to learning.«

Diese Aspekte stellen auch wesentliche Bausteine der mit den Bologna-Reformen verbundenen europäischen Bildungs-offensiven im Kontext des lebenslangen Lernens dar. Bologna soll zum Beispiel die Mobilität der Studierenden fördern, eben das gehört zu den großen Versprechungen des eLearnings. Modularisierung und Transparenz sind ebenfalls Stichworte, die sowohl im Kriterienkatalog von Bologna stehen als auch das eLearning charakterisieren. Das von Bologna geforderte Selbststudium ist eLearning ohnehin immanent. Nicht zuletzt zwingt Bologna die Hochschu-

len, sich mit ihrer Gesamtorganisation auseinander zu setzen. Hier kann auch die in den letzten Jahren begonnene Strukturreform ein Motor für eLearning sein und Möglichkeiten eröffnen, den Einsatz neuer Medien an den Hochschulen zu fördern. Gelungene Beispiele hierfür lassen sich allerdings nicht beliebig auf andere Hochschulen und Angebote übertragen. Für ein attraktives und relevantes eLearning-Angebot ist vielmehr eine individuelle Anpassungs- und Entwicklungsstrategie unabdingbar.

Damit sich die Potenziale des Bologna-Prozesses und des eLearnings gegenseitig verstärken, sind die Hochschulleitungen noch wesentlich mehr gefordert, in eLearning auch ein relevantes praktisches und strategisches Thema und Instrument der Hochschulentwicklung zu sehen. Diesbezüglich geht die Schere zwischen Passivität auf der einen Seite und ambitionierter Aufbruchstimmung auf der anderen Seite derzeit noch häufig auseinander. Dies liegt allerdings nicht zuletzt an mit eLearning verknüpften falschen Leitbildern. Wo die tatsächlichen Potenziale des eLearnings liegen, bedarf einer stetigen und sehr viel weiter gehenden kritischen Sichtung und Reflexion, und zwar sowohl hinsichtlich strategischer und konzeptioneller Überlegungen als auch der praktischen Entwicklungserfahrungen angesichts der vielen (und uneinheitlichen) Konzepte für Umsetzung und Implementierung von eLearning an den Hochschulen.

---

## **eLEARNING IN FORSCHUNG, LEHRE UND WEITERBILDUNG IM AUSLAND**

Angesichts eines zunehmend internationalisierten Bildungsmarketings ist es von großer Bedeutung, die Marktpotenziale des eLearnings sowie die Förderstrategien anderer Nationen zu kennen und von den dortigen Erfahrungen beim Einsatz von eLearning, bei der Kompetenzentwicklung oder auch der Realisierung von Innovationspotenzialen profitieren zu können. Ein im Frühjahr 2006 erstelltes Hintergrundpapier (Nr. 14) nimmt Finnland, Großbritannien, Schweiz, USA und Australien in den Blick. Der Bericht analysiert die ausgewählten Länder hinsichtlich ihrer wesentlichen eLearning-Aktivitäten – insbesondere im Bereich der Hochschullehre und Weiterbildung. Diese Staaten belegen allesamt im sogenannten »eLearning-Readiness Ranking« (eLRR) eine bessere Position als Deutschland. Generell zeichnen sich die Staaten, die im eLRR vordere Plätze einnehmen, durch einige Gemeinsamkeiten aus: ein hoher IKT-Verbreitungs-

grad, Bildungssysteme, die auf eine sehr frühzeitige Bildungsförderung und diesbezügliche Integration von eLearning-Instrumentarien setzen, intensives Bildungsmarketing und eine Lernkultur, die Regierungen, Gesellschaft und Wirtschaft umfasst. Öffentlicher und privater Sektor arbeiten hier oftmals eng zusammen, es finden zahlreiche Gemeinschaftsprojekte und intensive Kooperationen zwischen Unternehmen, Verbänden, Regierungseinrichtungen und auch Bildungsinstitutionen statt.

Die in der Weltwirtschaft führenden Nationen USA, Japan und Deutschland belegen im eLRR die Ränge 3, 23 und 17, sodass Wirtschaftskraft allein offensichtlich kein entscheidender Faktor für die Implementierung von eLearning zu sein scheint. Die nordeuropäischen Länder sind dagegen unter den ersten neun Positionen zu finden. Mobile Kommunikationsmöglichkeiten und Breitbandverbindungen unterstützen dort, neben kulturellen Neigungen, dem insgesamt größeren IKT-Interesse, den Bildungssystemen und Regierungsinitiativen, die fortgeschrittene Entwicklung in Nord-europa. In einigen Ländern mögen eine ausgeprägte Internetkultur und eine gewisse Tradition lebenslangen Lernens eine Rolle spielen. Insbesondere auch im tertiären Sektor ist die eLearning-Integration dort weit fortgeschritten. Dementsprechend stark ist beispielsweise in den USA der »virtuelle Universitätsmarkt«, aber auch im Schulbereich und bei einer großen Zahl privater eLearning-Anbieter zeigt sich die intensive Nutzung der IKT.

## **DEUTSCHLAND IM INTERNATIONALEN VERGLEICH**

Auch in Deutschland gibt es zahlreiche Maßnahmen zur Integration von IKT und eLearning im Bildungsbereich, die jedoch vielfach erst später ansetzen als in den übrigen Ländern, weniger zielführend und zielgruppenorientiert erscheinen und vor allem nur relativ wenig vernetzt sind. Hinderlich für kohärente, effizienz- und effektivitätsorientierte Strategien ist aber nicht nur die föderale Struktur Deutschlands mit einem zwischen den Ländern differierenden und in den einzelnen Ländern jeweils wiederum stark differenzierenden Bildungssystem. Die generellen Schwierigkeiten bei der Einbindung und Förderung von Benachteiligten, von Kindern und Jugendlichen aus einkommensschwachen Familien oder mit Migrationshintergrund in das Bildungssystem, die Problematik langwieriger Reformbemühungen im Bildungsbereich – im deutlichen Gegensatz z.B. zu Finnland,

Großbritannien, USA – wirken sich auch auf die Entwicklung und Implementation von eLearning nachteilig aus.

Auffällig sind auch die oft fehlende Gesamtkoordination und geringe Vernetzung der vielfältigen öffentlichen und privaten eLearning-Akteure in Deutschland. Einzubeziehen ist auch die internationale Orientierung in Deutschland insgesamt. Während Australien, USA, Finnland und Großbritannien sich weltweit Anregungen holen und auf auswärtige Märkte zielen (insbesondere Australien), bemüht sich Deutschland erst allmählich im Rahmen von Initiativen (iMove, High Potentials) um den internationalen Bildungsmarkt: Doch auch hier bleibt eLearning weitgehend ausgegrenzt. Fast alle Entwicklungen zur virtuellen Lehre, die lange in den Hochschulen eher als Forschungsobjekte denn als Bildungsangebote und ggf. marktfähige Produkte betrachtet wurden, sind deutschsprachig. Dies hat zur Folge, dass den Hochschulen die internationale Verbreitung schwer fällt, und zudem auch gerade Großunternehmen, die international tätig sind und eLearning oft bereits in die Personalentwicklung implementiert haben, zum Teil eher auf ausländischen Content zurückgreifen. Hohe Kosten in den ersten Jahren, Fehlschläge bei Modellprojekten, Schwierigkeiten bei der Umsetzung, wie z.B. Akzeptanzprobleme, gab und gibt es in allen Ländern, doch wurden dort die Erkenntnisse offensichtlich besser genutzt, Lösungswege gesucht und erfolgreich angegangen.

Positiv beurteilen lassen sich in Deutschland die inzwischen angelaufenen Aktivitäten auf allen Ebenen des Bildungswesens, in der Wirtschaft – unter Beteiligung von Politik und Gesellschaft – sowie die Vielfalt an Initiativen, das Engagement von Einzelnen wie auch bundesweite Programme. Öffentliche und private Hände haben in Infrastruktur, in die Entwicklung und Implementation von eLearning investiert und einiges vorgebracht. Dabei wären allerdings ein Rahmenwerk und ein gemeinsames koordiniertes Vorgehen sinnvoll gewesen. Hier wären Verbesserungen erforderlich und eine Strategie zugrunde zu legen, die beispielsweise auch die Grundlagen für eGovernment schafft, Initiativen wie »Internet für alle« und »Überwindung des digital divide« umfasst sowie von der Primarstufe bis zum tertiären Sektor allgemein- und berufsbildend ansetzt. Auch die Synergieeffekte einer Zusammenarbeit mit der Privatwirtschaft müssten (international) genutzt werden.

---

## PUBLIKATIONEN

*eLearning in Forschung, Lehre und Weiterbildung in Deutschland*

TAB-Arbeitsbericht Nr. 107

*eLearning in Forschung, Lehre und Weiterbildung im Ausland*

TAB-Hintergrundpapier Nr. 14

DR. CHRISTOPH REVERMANN

Das eLearning stellt ein wichtiges Instrument zur Unterstützung von Lernprozessen dar, das insbesondere eine Individualisierbarkeit der Lerninhalte und einen flexiblen Umgang mit Lernzeiten und -orten ermöglicht. Damit ist eLearning gerade im Kontext des lebenslangen Lernens ein geeignetes Werkzeug, um je nach Lebensphase und Lernsituation zielgruppenspezifischen Besonderheiten und Anforderungen gerecht zu werden. Es entspricht den Anforderungen der Wissensgesellschaft, in der die Ressource Wissen eine zentrale Voraussetzung für Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit ist.

Die bisherigen TAB-Untersuchungen im Rahmen des Monitorings eLearning haben gezeigt, dass eLearning zumeist eine sinnvolle Ergänzung zu herkömmlichen Lehr- und Lernarten darstellt und zugleich der Zielgruppenorientierung von eLearning-Angeboten eine wichtige Rolle bei der Differenzierung der Angebotsentwicklung zukommt. Die hiermit verbundenen Fragen und bildungspolitisch bedeutsamen Aspekte bildeten den Anlass für den Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung, das TAB mit der Erarbeitung eines Sachstandsberichts zum Thema »Zielgruppenorientiertes eLearning für Kinder und ältere Menschen« zu beauftragen.

## GEGENSTAND UND ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Damit eLearning einen optimalen Beitrag zu persönlichen und gesellschaftlichen Lernprozessen leisten kann, müssen eLearning-Produkte und -Methoden auf individuelle bzw. gruppenspezifische Modalitäten einer Wissensgenerierung und auf ebensolche Formen eines adäquaten Abrufens von Wissen und Erfahrung zugeschnitten sein. Diese Methoden sind in hohem Maße altersspezifisch. Idealerweise sollte sich eine größtmögliche Schnittmenge aus den personalen Aspekten von Weiterbildung bzw. lebenslangem Lernen als Grundbedürfnis und den Notwendigkeiten einer globalisierten Wissensgesellschaft ergeben, um das Erlernte und das generierte Wissen gemäß jeder Altersgruppe zu erweitern/abzurufen und spezifisch einsetzen zu können.

## PROJEKTDATEN

|                  |   |
|------------------|---|
| THEMENINITIATIVE | Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung |
| PROJEKTSTART     | April 2006  |
| ABSCHLUSSBERICHT | Vorlage geplant im Januar 2007                                |

Für die Berichtserstellung wurde das Themenfeld exemplarisch für die beiden Personengruppen »Kinder« und »ältere Menschen« vertieft durchleuchtet.

Folgende Fragestellungen wurden dabei verfolgt:

- › Welche zielgruppenorientierten Bildungskonzepte und eLearning-Angebotsformen sind derzeit für Kinder bzw. für ältere Menschen verfügbar und welche Marktentwicklung zeichnet sich ab? Wie werden entsprechende Angebote genutzt?
- › Welche Rahmenbedingungen sind bei der Einführung zielgruppenorientierter eLearning-Konzepte förderlich, wo gibt es Hemmnisse und mit welchen Ansätzen lassen sie sich überwinden?
- › Welche pädagogischen Anforderungen an Lernsoftware für Kinder kommen zur Anwendung? Welche Qualitätskriterien finden Anwendung?
- › Wie fortgeschritten ist das institutionelle Engagement im Bereich eLearning in der Altenbildung? Welche Qualitätskriterien finden Anwendung?
- › Wie kann der Einsatz zielgruppenorientierter eLearning-Angebote für Kinder und ältere Menschen verbessert werden? Welche Optionen lassen sich für die politischen Handlungs- und Gestaltungsmöglichkeiten ableiten?

Für den Sachstandsbericht ist folgende Struktur vorgesehen: Zunächst erfolgt eine Darstellung der sozio-ökonomischen Besonderheiten und des Mediennutzungsverhaltens von Kindern im Zusammenhang mit eLearning. Danach werden die Zielgruppenmerkmale von Kindern auf die Nutzung von eLearning-Angeboten übertragen. Der Bericht soll dabei die Marktstrukturen, die Geschäftsmodelle sowie die Marktentwicklung analysieren. Angebot und Nachfrage von eLearning werden im Rahmen einer Marktanalyse ausführlich dargestellt. Darüber hinaus wird im Über-

blick aufgezeigt, welche (medien)pädagogischen Kriterien und Merkmale (in der Schule) zur Anwendung kommen, welche Lernziele zugrunde gelegt und welche selbstständigen Lernwege ermöglicht werden.

Analog zur Zielgruppe Kinder erfolgt eine Darstellung der lebensweltlichen bzw. sozioökonomischen Besonderheiten und des Mediennutzungsverhaltens von älteren Menschen im Zusammenhang mit eLearning. Anschließend werden die institutionelle Verankerung von Angeboten und die Bereitstellung entsprechender Bildungsorte und Lernwelten für eLearning im Alter analysiert. Dabei werden auch Angebot und Nachfrage von eLearning im Rahmen einer Marktanalyse sowie Praxisbeispiele vorgestellt. Da der Markt für eLearning-Angebote für ältere Menschen wenig übersichtlich ist, wird hier gezeigt, welche zielgruppenorientierten Angebotsformen tatsächlich verfügbar oder in Planung sind. Es wird zudem der Frage nach-

gegangen, welche Institutionen Gelegenheiten des Lernens an entsprechenden Bildungsorten zur Verfügung stellen und begleiten könnten.

Abschließend beschreibt und diskutiert der Bericht den Stand der Zielgruppenorientierung von eLearning und gibt einen Ausblick auf die Potenziale des eLearnings für Kinder sowie für ältere Menschen. Einer kurzen Analyse der generellen Perspektiven der Zielgruppenorientierung im eLearning sollen einige Hinweise auf Gestaltungs- und Handlungsoptionen jeweils für Kinder und ältere Menschen folgen.

Bei der Bearbeitung des Themenfeldes kooperierte das TAB mit ausgewiesenen externen Fachexperten. Zur Aufarbeitung des Diskussionsstands und mit dem Ziel einer breiten wissenschaftlichen Fundierung wurden insgesamt vier Gutachten vergeben und ausgewertet.

DR. CHRISTOPH REVERMANN

Die bisherigen TAB-Untersuchungen zum Themenfeld eLearning haben gezeigt, dass es die Besonderheit des eLearnings als ein breit einsetzbares und zugleich stark individualisierbares Lehr- und Lerninstrument bedingt, neben dem jeweiligen Lernkontext auch die besonderen Voraussetzungen der verschiedenen Nutzergruppen bei der Konzipierung bzw. Anpassung des Instruments zu berücksichtigen.

Diesbezüglich sind Entwicklungsstand, Erfahrungen und Konzepte internetbasierter modularer Angebote mit zielgruppenspezifischen schulischen Inhalten (besonders für den Sonder-, Primar- und Sekundarbereich I) bislang recht selten analysiert worden. Evaluationen zum Stellenwert der neuen Medien bzw. des eLearnings speziell für schulisches Lernen und Lehren, zur Bedeutung sowie den Faktoren und Strategien der Implementierung von eLearning-Instrumentarien im schulischen Bereich und daraus resultierenden Implikationen für Schulentwicklung und schulisches Wissensmanagement fehlen nahezu vollständig. Dieses Defizit begründet einen spezifischen Untersuchungsbedarf, da dem eLearning bereits in der Schule – gerade im Hinblick auf das Training zur Weiterbildung im Kontext des lebenslangen Lernens sowie auf den internationalen Bildungswettbewerb – ein ganz besonderes Gewicht beigemessen wird.

## GEGENSTAND UND ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Das Thema wird im Rahmen des Monitorings »eLearning« bearbeitet. Vorgesehen sind eine vertiefte systematische Beschreibung und Analyse der technologischen, gesellschaftlichen und politischen Optionen zur Implementierung von eLearning-Instrumentarien im Kontext geeigneter zielgruppenorientierter »virtueller Schulangebote« unter Berücksichtigung spezifischer Problemlagen und Anwendungsbereiche. Als konkreter Untersuchungsgegenstand sollen bei der Bearbeitung des Themas generell die Konzepte und der Entwicklungsstand, aber auch Erfahrungen, Stellenwert und Potenziale des eLearnings für schulisches Lernen und Lehren in Deutschland sowie die Bedeutung für schulisches Wissensmanagement und Schulentwicklung in den Blick genommen werden.

## PROJEKTDATEN

|                  |   |
|------------------|---|
| THEMENINITIATIVE | Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung |
| PROJEKTSTART     | Oktober 2006  |
| ABSCHLUSSBERICHT | Vorlage geplant im Dezember 2007                              |

Bekannt ist, dass in den letzten Jahren bundes- und länderweit vielfältige Programme, Projekte und Fördermaßnahmen auf den Weg gebracht wurden, um innovative Entwicklungen in Schule und Unterricht durch Einbeziehung der eLearning-Instrumentarien in die Lehr- und Lernprozesse zu befördern. Zudem wurden zahlreiche Einzelvorhaben an fast sämtlichen Schultypen durchgeführt, die den Einsatz von eLearning und die Auswirkungen u.a. auf Bildungsinhalte, Unterrichtskonzepte, Curriculumentwicklung, Lern- und Lehrkulturen, Pädagogik und Didaktik, Lehreraus- und -fortbildung sowie Schulentwicklung zum Gegenstand hatten.

Daher ist es sinnvoll, evtl. vorhandene Sekundäranalysen, Studien und Evaluationen zu identifizieren und auszuwerten, um einen Überblick über die maßgeblichen deutschen eLearning-Aktivitäten im Bereich Schule zu erhalten und ggf. Vorschläge zur weiteren Entwicklung bzw. Verbesserung bestehender Inhalte, Konzepte und Infrastrukturen tätigen zu können. Im Vordergrund stehen dabei u.a. folgende Fragestellungen: Welche multimedialen Lern- und Lehrangebote, welche Materialien unterschiedlichen Umfangs, welche Lernumgebungen wurden und werden entwickelt und eingesetzt? Welche Programme, (Förder-)Konzepte, Netzwerke und Akteure sind beteiligt? Welche Bildungskonzepte verfolgen sie? Welche technischen, pädagogischen, didaktischen und organisatorischen Aspekte standen und stehen bei der Entwicklung und dem Einsatz von schulischen virtuellen Lehr- und Lerninhalten im Vordergrund?

Darüber hinaus soll der Frage nachgegangen werden, ob die angestoßenen und erhofften innovativen Entwicklungen und Verbesserungen mithilfe des Einsatzes von eLearning erreicht werden konnten, welche Erfolge oder Defizite zu verzeichnen sind, welche

technisch-organisatorischen und pädagogisch-didaktischen Konzepte, Methoden und Instrumente die angestrebten Ziele am besten realisieren können. Auch ist von Interesse, welche Erkenntnisse sich aus den bisherigen Erfahrungen laufender Projekte, Programme und Implementierungen für die strategische Bedeutung, die Zielsetzungen und die Instrumentenwahl des Einsatzes von eLearning in Unterricht und Schule gewinnen lassen, insbesondere auch im Hinblick auf die Situation der schulischen Bildung in Deutschland im Kontext des internationalen »Bildungswettbewerbs«.

Zur besseren Einordnung und Beurteilung der gewonnenen Erkenntnisse ist geplant, beispielhaft die Situation im Ausland zu beleuchten. Die o.g. Erwartungen

an einen Einsatz von eLearning im Bereich Schule werden dabei an die entsprechenden Konzepte, den Entwicklungsstand und die Erfahrungen in anderen Ländern angelegt und der Situation in Deutschland gegenübergestellt. Ein solcher Vergleich sollte ggf. Erfahrungsvorsprünge in anderen Ländern auch im Sinne von konkreten Möglichkeiten des Transfers auf deutsche Gegebenheiten identifizieren sowie entsprechende Handlungsoptionen aufzeigen. Zur besseren Fundierung des Vorhabens wurde bislang ein Gutachten vergeben.

# INDUSTRIELLE STOFFLICHE NUTZUNG NACHWACHSENDER ROHSTOFFE

4.

DR. DAGMAR OERTEL

Seitens der chemischen Industrie zeigt sich ein beachtliches Engagement, verstärkt auf nachwachsende Rohstoffe zurückzugreifen. Obwohl in den letzten Jahren bereits eine Reihe von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen auf den Markt gekommen ist (z.B. biologisch abbaubare Verpackungen), steht man in dieser Entwicklung noch am Anfang. Aufgrund der großen Vielfalt in der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe ergeben sich komplexe Fragen bezüglich der technischen Machbarkeit sowie der ökologischen und ökonomischen Vor- und Nachteile möglicher Pfade zur Bereitstellung von auf nachwachsenden Rohstoffen basierenden Produkten.

Diskutiert wird die Option einer verstärkten (stofflichen) Nutzung nachwachsender Rohstoffe vor dem Hintergrund der zunehmenden Verknappung fossiler Rohstoffe und einer bisher vorwiegend energetischen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen. Darüber hinaus rückt die Vision einer nachhaltig schadstoffarmen und ressourcenschonenden Versorgung mit Grundchemikalien und daraus hergestellten Produkten verstärkt ins Blickfeld.

## GEGENSTAND UND ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Übergreifendes Ziel dieses Vorhabens ist ein Überblick über die verschiedenen Forschungs- und Anwendungsfelder im Bereich der industriellen stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Damit sollen der erreichte Stand und die zukünftigen Perspektiven dokumentiert werden. In vergleichender Perspektive wird die energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe einbezogen. Zum einen soll damit eine Einordnung der stofflichen in die gesamte Nutzung vorhandener Biomasseressourcen ermöglicht und zum anderen sollen Flächen- und Nutzungskonkurrenzen zwischen den verschiedenen Einsatzmöglichkeiten aufgezeigt werden, da heute bereits eingesetzte und zukünftig angedachte Mengen an nachwachsenden Rohstoffen für eine energetische Nutzung sich potenzialbegrenzend auswirken können.

## PROJEKTDATEN

|                  |   |
|------------------|---|
| THEMENINITIATIVE | Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung |
| PROJEKTSTART     | März 2005   |
| ABSCHLUSSBERICHT | Vorlage geplant im Januar 2007                                |

Neben der Übersicht heute bereits praktizierter und möglicher zukünftiger Verarbeitungspfade wesentlicher Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen (auf der Basis einer Literaturlauswertung) wird für ausgewählte Fälle eine ökologische Bewertung zur Diskussion gestellt. Darüber hinaus werden zukünftige Bio-raffinerieansätze analysiert. Des Weiteren wird diskutiert, inwieweit Engpässe bei der verfügbaren Biomasse im Falle eines deutlichen Ausbaus der stofflichen wie auch der energetischen Nutzung auftreten könnten. Abschließend wird auf marktrelevante Aspekte von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen sowie auf offene Fragen eingegangen.

## ERGEBNISSE

Die inhaltlichen Arbeiten ergaben bis Herbst 2006 eine umfassende Materialsammlung als Basis eines Abschlussberichts. Dessen Fertigstellung war für Anfang 2007 vorgesehen. Im Folgenden werden ausgewählte Ergebnisse vorgestellt.

## ZUM AKTUELLEN STAND STOFFLICHER NUTZUNG

Die Einsatzmöglichkeiten von nachwachsenden Rohstoffen sind bereits heute relativ breit gestreut. Das Spektrum reicht von etablierten Verfahren (z.B. Papierherstellung aus Zellstoff) über Nischenprodukte (z.B. Hochleistungsbioschmierstoffe, Biokunststoffe) bis hin zu in der Entwicklung befindlichen Anwendungen (z.B. Verbundwerkstoffe aus thermoplastischen Kunststoffen und Holzfasern oder Holzspänen, sog. Wood-Plastic-Composites). Gerade der Bereich der »neuen

Werkstoffe« wird als einer der attraktivsten Zukunftsmärkte eingeschätzt.

Der Marktanteil chemischer Grundstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen liegt in Deutschland derzeit bei ca. 10 % (bezogen auf die eingesetzte Rohstoffbasis). Die wichtigsten Vertreter sind Oleochemikalien (z.B. Tenside, Bioschmierstoffe) und Chemikalien (z.B. Zitronen-, Milch-, Lävulinsäure, Sorbit, Glycerin und Cellulosederivate). Jährlich werden in Deutschland im industriellen, chemisch-technischen Bereich ca. 2,7 Mio. t nachwachsende Rohstoffe stofflich genutzt. Dabei machten 2005 pflanzliche Öle (0,8 Mio. t) und Stärke (0,64 Mio. t) den Hauptteil aus.

## AUSGANGSSTOFFE UND WESENTLICHE EINSATZBEREICHE

Gewonnen werden pflanzliche *Öle und Fette* unter deutschen Klimabedingungen hauptsächlich aus (Winter-)Raps, Öllein, Sonnenblumen und Senf. Weltweit machen allerdings nicht heimische Ölsorten wie Palmöl und »Laurinöl« (Kokos- und Palmkernöl) mit 27 % den Hauptteil an der Ölproduktion aus; bei Hinzunahme von Sojaöl liegt der Anteil sogar bei 52 %. Die Bedeutung von Raps- und Sonnenblumenöl ist mit 17 % deutlich geringer (für 2003). *Stärke* wird in Deutschland v.a. aus Kartoffeln (3 Mio. t verarbeitet), gefolgt von Weizen (0,9 Mio. t) und Mais (0,6 Mio. t) gewonnen. Im Jahr 2004 wurden ca. 640.000 t an Stärke für technische Anwendungen genutzt. Die *Zucker*gewinnung erfolgt in Deutschland (und in der EU) aus der Zuckerrübe; weltweit eher aus Zuckerrohr. Als Industrierohstoffe werden Einfachzucker wie Glucose und Fructose, aber auch polymerisierte Zucker sowie Zuckerderivate genutzt. Als Rohstoffe für pflanzliche *Naturfasern* sind weltweit vor allem Baumwolle, Jute, Flachs und Sisal von Bedeutung. In Deutschland werden aufgrund klimatischer Gegebenheiten hauptsächlich Flachs und Hanf angebaut. *Färberpflanzen* spielen in Deutschland eine untergeordnete Rolle. *Holz* ist ein traditionell verwendeter nachwachsender Rohstoff, welcher in der Holzverarbeitenden sowie in der Papier- und Zellstoffindustrie verwendet wird. Neue Nutzungen von Holz(bestandteilen) beziehen sich z.B. auf den Einsatz von *Lignocellulose*, einem Gemenge aus Cellulose und Lignin.

## PRODUKTE

Die wichtigsten Vertreter chemischer Grundstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen sind Oleochemikalien, aber auch Chemikalien. Die Nutzung von nachwach-

senden Rohstoffen in der chemischen Industrie erfolgt sowohl durch chemische als auch fermentative Konversion. Charakteristisch für die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen im chemisch-technischen Bereich sind vergleichsweise geringe Produktionsmengen.

*Tenside* stellen die mengenmäßig bedeutendste Stoffgruppe dar, die heute bereits in der chemischen Industrie in relevanten Anteilen auf nachwachsenden Rohstoffen basiert. Sie werden sowohl aus petrochemischen (Erdölbasis) als auch aus oleochemischen (NaWaRo-Basis) Grundstoffen gewonnen (derzeit anteilig zu jeweils 50 %). Auch *Bioschmierstoffe* werden auf Basis von Fetten und Ölen hergestellt, wobei hier aufgrund ihrer besseren Schmiereigenschaften vorrangig langkettige Fettsäuren eingesetzt werden. *Biokunststoffe* sind ausschließlich oder anteilig aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellte Polymere, die in relativ kurzer Zeit biologisch abbaubar sind. Stärke ist der wichtigste nachwachsende Rohstoff für die Herstellung von Biokunststoffen; eingesetzt werden jedoch zumeist Stärkeblends (Kunststoffmischungen). Im Bericht werden weiterhin Ausführungen zu Naturfasern (z.B. naturfaserverstärkte Werkstoffe), Naturdämmstoffen, Lacke und Druckfarben gemacht.

Bei Aussagen zu den ökologischen Aspekten der betrachteten Produkte und Verfahren steht als Grundannahme zumeist im Raum, dass auf Basis von nachwachsenden Rohstoffen hergestellte Produkte tendenziell ökologisch besser abschneiden, als solche aus fossilen Rohstoffen. Im Bericht werden Aussagen verfügbarer Studien für drei heute bereits genutzte Bioproduktgruppen – Bioschmierstoffe, Biokunststoffe und Faserprodukte – zu den gängigen Kategorien einer Ökobilanz zusammengestellt. Dabei werden auch Aspekte der Flächeneffizienz berücksichtigt.

## ZUKÜNFTIGE STOFFLICHE NUTZUNG – BIORAFFINERIE

Nachwachsende Rohstoffe könnten zukünftig in sog. »Bioraffinerien« verarbeitet werden. Das Konzept der Bioraffinerien steht für die Gesamtheit von Technologien zur Verarbeitung nachwachsender Rohstoffe bis hin zu industriellen Zwischen- und Endprodukten. Nachwachsende Rohstoffe sollen dabei in einer integrierten Produktion zu einer umfangreichen Produktpalette – z.B. in Futtermittel, biogene Werkstoffe, Kraftstoffe, Chemikalien – umgewandelt werden. Ziel ist die Fraktionierung und Weiterverarbeitung von nachwachsenden Rohstoffen zu Produkten,

die konkurrenzfähig solche ersetzen können, die derzeit petrochemisch hergestellt werden. Der visionäre Gedanke besteht darin, die heute bekannten komplex vernetzten und historisch gewachsenen Strukturen der Kohle- und Erdölchemie (sog. Stammbaumsysteme) auf nachwachsende Rohstoffe zu übertragen. Solche vernetzten Strukturen existieren für nachwachsende Rohstoffe in vergleichbarer Weise derzeit noch nicht, erscheinen jedoch prinzipiell technisch umsetzbar.

Im ersten Schritt einer Bioraffinerie werden präkursorhaltige Biomassen einer physikalischen Stofftrennung unterworfen. Die Haupt- und Nebenprodukte werden nachfolgend mikrobiologischen und/oder chemischen stoffwandelnden Reaktionen ausgesetzt. Die Folgeprodukte können weiterkonvertiert oder in einer konventionellen Raffinerie weiterverarbeitet werden. Im Bericht werden das grüne Bioraffineriesystem, die Lignocellulose-Feedstock- und die Getreide-Ganzpflanzen-Bioraffinerie sowie Zwei-Plattformen-Systeme vorgestellt. Diese Systeme befinden sich in einem sehr frühen Entwicklungsstadium.

Die augenblickliche Informationsbasis für eine ökologische Bewertung von Bioraffineriesystemen ist auch deshalb sehr lückenhaft. Im Rahmen des TAB-Projekts wurden dennoch erstmalig für drei Bioraffineriesysteme auf Basis heute verfügbarer Informationen Übersichtsökobilanzen erstellt: für die grüne Bioraffinerie, die LCF- und die Getreidebioraffinerie. Alternative Optionen der Flächennutzung für die jeweiligen Ausgangsstoffe wurden berücksichtigt.

## VERFÜGBARKEIT VON BIOMASSE

Sowohl für die Bereitstellung von Biokraftstoffen als auch für den Ausbau der Strom- und Wärmeerzeugung aus Biomasse sind in Deutschland und Europa ehrgeizige Ziele gesteckt worden. Geht man davon aus, dass mittelfristig auch die Bereitstellung von nachwachsenden Rohstoffen für die stoffliche Nutzung größere Bedeutung erlangen wird als bisher, wird der Flächenbedarf dann weiter zunehmen, wenn die benötigten Flächen möglichst nicht in Konkurrenz zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion stehen oder zu einem Import von Nahrungsmitteln führen sollen.

Aus den in der Literatur dargestellten möglichen Entwicklungspfaden von Angebot und Nachfrage ergeben sich unterschiedliche Flächen- und Nutzungskonkurrenzen: Bei Fortschreibung der gegenwärtigen politischen Rahmenbedingungen wäre sowohl 2015

als auch 2030 ein ausreichendes Biomasseangebot vorhanden. Bei der Etablierung weiter gehender politischer Rahmenbedingungen in der Energiewirtschaft einerseits und in der Landwirtschaft andererseits dürfte bereits im Jahr 2015 die Nachfrage das Angebot an nachwachsenden Rohstoffen überschreiten.

## MARKTASPEKTE

Die Durchdringung des Marktes mit Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen bleibt in den meisten Fällen noch weit hinter den heutigen technischen Einsatzmöglichkeiten zurück. Zu differenzieren ist zwischen Produkten, deren heutige Marktstellung auch durch gezielte Fördermaßnahmen bewirkt wurde (z.B. Bioschmierstoffe), und solchen, die bisher ohne diese, z.B. aufgrund ihrer ökologischen Vorteile, am Markt bestehen mussten (z.B. Biokunststoffe). Ein Haupthemmnis für die breitere Markteinführung von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen ist ihr deutlich höherer Preis gegenüber herkömmlichen (auf fossiler Basis hergestellten) Produkten. Ein weiteres Hindernis stellen fehlende Informationen bei industriellen und privaten Verbrauchern über die Vorteile aktueller Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen dar.

## FuE-BEDARF, UMWELT- UND FOLGENANALYSEN

Die technischen Möglichkeiten, nachwachsende Rohstoffe stofflich zu nutzen, sind derzeit noch nicht ausgeschöpft. Mögliche Handlungsfelder zur Erschließung ihrer ökonomischen und ökologischen Potenziale sind u.a.:

- › Festlegung konkreter Zielsetzungen für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe: So wäre etwa eine »Roadmap für die stoffliche Nutzung« hilfreich, um Ziele klarer zu definieren und entsprechende Schwerpunkte, z.B. in Form von Forschungs- und Förderstrategien, zu setzen.
- › Verbesserung der technischen Möglichkeiten zur stofflichen Verarbeitung nachwachsender Rohstoffe: Hierzu müssten Forschung, Entwicklung und Demonstration angesichts der spezifischen Unreife der Entwicklung in ausgewählten Bereichen gezielt vorangetrieben werden.
- › Weiterentwicklung und gezielte Förderung des zukünftigen Schlüsselbausteins – einer stofflichen industriellen Nutzung nachwachsender Rohstoffen der Bioraffineriekonzepte: Dort besteht noch enormer Entwicklungsbedarf hinsichtlich der Aus-

legung der Basiskonzepte, technischer Umsetzungsmöglichkeiten sowie entsprechender Demonstrationsanlagen.

- › Weiterentwicklung spezifischer Verfahren der energetischen Nutzung, da diese etwa über die Synthesegaserzeugung oder die Ethanolherstellung (als potenzielle Plattformchemikalie) eine »technische Verbindung« zur stofflichen Nutzung eröffnen.
- › Anbau- und züchterische Anpassungen von Pflanzen: Entsprechende Versuche und Forschungsanstrengungen wären für die stoffliche (Inhaltsstoffe) als auch energetische Nutzung (Energiepflanzen) auszubauen.
- › Verbesserung der Datenbasis zur statistischen Erfassung von Produktionsmengen und Produkten: Eine industrienaher Informations- und Datenerfassung würde mehr Transparenz bringen und zudem die notwendige Basis für die Ermittlung makroökonomischer Effekte liefern.
- › Etablierung einer Begleitforschung wie etwa die Durchführung von entsprechend ausgelegten Öko- und Folgenanalysen: Diese könnte helfen, den Stellenwert der industriell stofflichen Nutzung präziser zu bestimmen und Prioritätensetzung bei FuE sowie der Förderung vorbereiten.
- › Etablierung einer Markt- und Akzeptanzforschung für Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen: Sie könnte dazu beitragen, bei Herstellern, Anwendern und Verbrauchern Vorbehalte und damit derzeitige Markthemmnisse abzubauen.
- › Absehbare Flächen- und Nutzungskonkurrenzen der stofflichen und energetischen Verwendung nachwachsender Rohstoffe vorausschauend analysieren und in eine strategische Ausrichtung integrieren.
- › Erfassung zusätzlicher Indikatoren: Für eine umfassende Bewertung wäre es sinnvoll, als Bilanzgröße CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten für ausgewählte Produktpfade zu integrieren.
- › Berücksichtigung der konkreten Bereitstellungs- und Anbaubedingungen importierter nachwachsender Rohstoffe (Umwelt- und Sozialstandards) bei Bewertungsverfahren.

# ENERGIESPEICHER – STAND UND PERSPEKTIVEN

5.

DR. DAGMAR OERTEL

Energiespeicher nehmen in Versorgungssystemen eine Schlüsselstellung ein, indem sie es ermöglichen bzw. erleichtern, das Energieangebot auf die zeitlich variable Nachfrage abzustimmen. Besonders für die »flüchtigen« Energieformen Strom und Wärme existieren bislang nur wenige wirtschaftlich attraktive Technologien zur Speicherung von großen Mengen Energie (z.B. Pumpspeicher-Wasserkraftwerke). In Versorgungssystemen mit einem hohen Anteil an dargebotsabhängiger Energieerzeugung (z.B. Windkraft) können Energiespeicher perspektivisch einen entscheidenden Beitrag zur Gewährleistung einer zuverlässigen und nachhaltigen Energieversorgung leisten.

Beispiele für Speichertechnologien in den unterschiedlichen Bereichen sind für Strom z.B. Druckluftspeicher, supraleitende magnetische Speicher, Akkumulatoren, Wasserstoff-/Brennstoffzellensysteme; für Wärme z.B. Latentwärmespeicher, Adsorptionsspeicher, thermochemische oder geothermische Speicher und für Kraftstoffe bzw. stoffliche Energieträger (Wasserstoff, Erdgas/Biogas u.a.) z.B. Adsorptionsspeicher, geologische Speicher. Die verschiedenen Technologien sind hinsichtlich ihres Entwicklungsstands bzw. ihrer Marktreife teilweise sehr unterschiedlich. In Wirtschaft und Wissenschaft sind intensive Bemühungen im Gange, existierende Technologien weiterzuentwickeln und neue zu erforschen. Die Verfügbarkeit von effizienten und wirtschaftlichen Speichertechnologien eröffnet neue Optionen für die Strategieentwicklung in Energiewirtschaft und -politik und nähme damit eine Schlüsselstellung für die zukünftige Energieversorgung ein.

## GEGENSTAND UND ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Vor diesem Hintergrund wurde – auf Vorschlag des Ausschusses für Bildung Forschung und Technikfolgenabschätzung – im Frühjahr 2006 die Bearbeitung dieses Themenfeldes im Rahmen des Monitorings »Nachhaltige Energieversorgung« begonnen. Ziel der Untersuchung ist ein umfassender Überblick über den aktuellen Stand und die Perspektiven heutiger und zukünftiger Möglichkeiten der Energiespeicherung in Anwendung und Forschung.

## PROJEKTDATEN

|                  |   |
|------------------|---|
| THEMENINITIATIVE | Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung |
| PROJEKTSTART     | September 2006  |
| ABSCHLUSSBERICHT | Vorlage geplant im November 2007                              |

Aufgrund der hohen energiewirtschaftlichen und -politischen Bedeutung des Feldes wird von einem breiten thematischen Ansatz ausgegangen. Dabei werden die Bereiche Strom, Wärme (Kälte) und Kraftstoffe gemeinsam betrachtet, um erkennbare Synergien und/oder Konkurrenzen dieser Felder auszuloten. Die Untersuchungen werden fokussiert auf Bereiche mit einer hohen energiewirtschaftlichen Relevanz. Betrachtet wird etwa die Rolle von Speichertechnologien bei Netzmanagement und Versorgungssicherheit im Strombereich, bei der Integration von erneuerbaren Energien in Versorgungssysteme sowie bei Transport und Verkehr auch im Blick auf das Leitbild eines Null-emissionsverkehrs.

## STAND DER ARBEITEN

Das Themenfeld wurde in drei Bereiche unterteilt: die Erarbeitung eines gut strukturierten Gesamtüberblicks über aktuelle und zukünftig absehbare Möglichkeiten der Energiespeicherung (Themenfeld 1); die vertiefte Bearbeitung von ausgewählten Anwendungsbereichen hinsichtlich ihrer Besonderheiten bei der Speicherung von Energie im Kontext einer »nachhaltigen Energieversorgung« (Themenfeld 2) und eine internationale Einordnung der wesentlichen Forschungsaspekte (Themenfeld 3). 2006 wurden die Themenfelder 1 und 3 bearbeitet.

Im Themenfeld 1 ging es zunächst um den aktuellen Stand der verschiedenen Energiespeichersysteme sowie ihrer relevanten Anwendungsbereiche. Neben heute bereits realisierten Anwendungen stehen dabei auch zukünftige Anwendungsfelder (insbesondere auch an Schnittstellen zu anderen Forschungsgebieten) im Blickpunkt. In die Bearbeitung wurden Kernfragen der Energiespeicherung (Bedarfsanalyse), eine

Überblicksdarstellung von Energiespeichern und eine Einordnung in den Stand der Forschung einbezogen, wobei insbesondere technische Eigenschaften (z.B. Leistungsmerkmale) und Wechselbeziehungen mit ausgewählten Nutzeranforderungen und Materialbesonderheiten integriert wurden.

Im Themenfeld 3 wurde die internationale Energiespeicherforschung anhand ausgewählter Länder beleuchtet. Einbezogen wurden die Rahmenbedingungen auf EU-Ebene sowie solche in ausgewählten weiteren Län-

dern. Auf Basis dieser vergleichenden Bestandsaufnahme der internationalen Forschung und Entwicklung wurden u.a. aktuell verfolgte Forschungsstrategien, wesentliche Akteure, Synergieeffekte zwischen Forschungsrichtungen, Unterschiede in den forschungspolitischen Rahmenbedingungen sowie in der Prioritätensetzung herausgearbeitet.

2006 wurden zwei Gutachten vergeben und abgeschlossen. Auf dieser Basis werden Vertiefungsfelder ermittelt.

# CO<sub>2</sub>-ABSCHEIDUNG UND -SPEICHERUNG BEI KRAFTWERKEN

6.

DR. REINHARD GRÜNWALD

Die Bundesrepublik Deutschland und die Europäische Union haben sich im Rahmen des Kyoto-Protokolls zu verbindlichen Klimaschutzziele verpflichtet. Im Zusammenhang mit Strategien zur Minderung von Kohlendioxid-(CO<sub>2</sub>-)Emissionen wird auch die Abscheidung und Lagerung von Kohlendioxid, das bei der Nutzung fossiler Energierohstoffe (Erdöl, Erdgas, Kohle) anfällt, diskutiert. Dieses Verfahren, das im internationalen Sprachgebrauch CCS (Carbon Dioxide Capture and Storage) genannt wird, ist gegenwärtig noch in der Forschungs- und Erprobungsphase. Die technologische und wirtschaftliche Machbarkeit vorausgesetzt, verbindet sich mit CCS die Perspektive einer klimaneutralen Nutzung fossiler Rohstoffe, insbesondere der heimischen Kohleressourcen (»clean coal«), sowie bei Nutzung von Biomasse sogar mit der Möglichkeit, CO<sub>2</sub> wieder aus der Atmosphäre zu entfernen.

## GEGENSTAND UND ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Die Abscheidung von CO<sub>2</sub> bspw. aus dem Abgasstrom eines Kohlekraftwerks ist bereits mit heutiger Technik möglich. Allerdings sinkt dadurch – je nach eingesetzter Verfahrenstechnik – der energetische Wirkungsgrad des Kraftwerks, und es entstehen Kosten für den Bau und den Unterhalt der Abscheidungsanlage. Bei Transport und Einlagerung entsteht ebenfalls ein Aufwand für Energie und Kosten. Offene Fragen und Wissenslücken gibt es insbesondere zur Langzeitsicherheit der Speicherung, zu den Risiken der CCS-Technologie (z.B. Auswirkungen auf Ökosysteme) sowie zur Wirtschaftlichkeit von CCS verglichen mit anderen Optionen zur CO<sub>2</sub>-Minderung. Unklar ist auch, wann Technologien in großem Maßstab bereitstehen werden.

Folgende Themenaspekte sollen untersucht werden:

- › Bestandsaufnahme von Programmen, Förderkonzepten und Erfahrungen mit CCS im Ausland
- › Stand der Technik bei CO<sub>2</sub>-Abscheidungstechnologien sowie bei Konditionierung und Transport

## PROJEKTDATEN

|                  |   |
|------------------|---|
| THEMENINITIATIVE | Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung |
| PROJEKTSTART     | August 2006   |
| ABSCHLUSSBERICHT | Vorlage geplant im August 2007                                |

- › Wissensstand und kritische Wissenslücken, z.B. bei den Potenzialen zur Lagerung von CO<sub>2</sub> und den Deponierungsverfahren
- › Konkurrenzsituation und Nutzungskonflikte von CCS mit anderen Maßnahmen und Technologien zur CO<sub>2</sub>-Minderung (z.B. Geothermie)
- › wirtschaftliche und energiewirtschaftliche Folgen (z.B. auf die Struktur der Energieversorgung sowie klimapolitische Implikationen)
- › gegenwärtiger rechtlicher Rahmen für die CO<sub>2</sub>-Deponierung in großtechnischem Maßstab

## STAND DER ARBEITEN

Zur Strukturierung des Feldes wurden verschiedene konzeptionelle Arbeiten durchgeführt, die in der öffentlichen Ausschreibung von vier Gutachtenmodulen mündeten: In Modul 1 sollen der Wissensstand und kritische Wissenslücken aufgearbeitet und dokumentiert werden. In Modul 2 sollen internationale Pilotprojekte und Forschungsvorhaben gesichtet und vergleichend eingeordnet werden. Modul 3 beschäftigt sich mit der rechtlichen Bewertung der CCS-Technologie sowie Regulierungs- und Akzeptanzfragen. Um auch aktuelles Expertenwissen einbinden zu können, ist die Durchführung eines Workshops geplant (Modul 4). Nach erfolgter Auswahl der Gutachter haben die Arbeiten an den Gutachten begonnen.

WEITERE AKTIVITÄTEN V

STIMMIG

# ANALYSE VON ERFOLGS- BZW. HEMMNISFAKTOREN BEI UNTERNEHMENSAUSGRÜNDUNGEN AUS ÖFFENTLICHEN FORSCHUNGSEINRICHTUNGEN (POLITIKBENCHMARKING)

1.

JOACHIM HEMER, FHG-ISI  
MICHAEL SCHLEINKOFER, FHG-ISI  
MAXIMILIAN GÖTHNER, FHG-ISI

Gewerbliche Ausgründungen von Hochschulabsolventen oder Wissenschaftlern direkt aus Hochschulen oder außeruniversitären Forschungseinrichtungen gelten aus innovations- und strukturpolitischer Sicht vielfach als Hoffnungsträger: Von diesen »akademischen Spin-offs« erwartet man schnelles Wachstum, positive Beiträge zum Strukturwandel, starke Impulse beim Technologietransfer und die Schaffung von Arbeitsplätzen.

## GEGENSTAND UND ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Ein Politikbenchmarking des TAB sollte die Frage beantworten, ob diese Erwartungen erfüllt werden und welche Bedingungen fördernd oder hemmend auf den Erfolg von Gründungen wirken. Ebenso wurden die Wirkung der unterschiedlichen Strategien und Politiken der Forschungsorganisationen in Bezug auf Unternehmensgründungen untersucht, und es wurde den Unterschieden zwischen West- und Ostdeutschland nachgegangen. Aus einer ausführlichen Analyse sollten dann Hinweise auf geeignete und erfolgversprechende Förderinstrumente abgeleitet werden.

## ERGEBNISSE

Als empirische Basis des Politikbenchmarking-Berichts des TAB wurden bei akademischen Spin-offs 39 explorative Fallstudien mit Tiefeninterviews sowie eine schriftliche Umfrage bei etwa 500 weiteren Ausgründungen aus verschiedenen wissenschaftlichen Organisationen durchgeführt, die einen Rücklauf von 71 verwertbaren Antworten erbrachte. Insgesamt stand mit 109 verwertbaren Fällen eine durchaus belastbare Menge von Datensätzen zur Auswertung zur Verfügung.

## PROJEKTDATEN

|                  |   |
|------------------|---|
| THEMENINITIATIVE | Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung |
| PROJEKTSTART     | März 2005   |
| ABSCHLUSSBERICHT | Mai 2006:<br>TAB-Arbeitsbericht Nr. 109                       |

Im Folgenden werden einige ausgewählte Ergebnisse des Politikbenchmarking zur Frage der Erfolgsfaktoren vorgestellt.

## QUALIFIKATION UND BERUFSERFAHRUNG

Bei den insgesamt 109 in der Umfrage und den Fallstudien erfassten Unternehmen hatten von 393 beteiligten Personen 352 einen Hochschulabschluss; 223 waren promoviert oder habilitiert. Damit hatten 41 Personen aus den Gründerteams keinen akademischen Abschluss. Der Anteil der Gründer mit Hochschulabschlüssen, bezogen auf die Zahl aller ursprünglichen Gründer, ist in Ost und West gleich (89 %). Auffällige Ost-West-Unterschiede zeigen sich nur beim überdurchschnittlichen Anteil der Promotionen und der Ingenieurwissenschaften bei ostdeutschen Gründern.

In 74 Fällen sind in den Gründerteams ausschließlich die Disziplinen Natur- und/oder Ingenieurwissenschaften vertreten, während sich in acht Fällen das Team nur aus nichttechnischen Disziplinen zusammensetzt (z.B. Wirtschafts-, Sozial-, Rechts- und Kulturwissenschaften). 25 Gründerteams sind hingegen gemischt besetzt.

## STARTFINANZIERUNG

Ostdeutsche Gründer nutzen zu 52 % Förderprogramme, die eine Existenzgründungsförderung beinhalten (z.B. FUTOUR, EXIST, Pro-Inno und InnoWatt

sowie Landesprogramme). Demgegenüber nutzt nur ein Drittel der westdeutschen Gründer Gründungsförderungsprogramme. Kreditfinanzierung wird im Osten stärker eingesetzt als im Westen. Allerdings ist der Anteil der Kreditinstitute an der Kreditfinanzierung junger akademischer Ausgründungen steigerungswürdig. Beteiligungskapital spielt je nach Ausprägung eine unterschiedliche Rolle in Ost und West. Öffentlich (teil)gefördertes Beteiligungskapital spielt in Ostdeutschland eine größere Rolle als in Westdeutschland, wohingegen das Verhältnis bei privatem Beteiligungskapital umgekehrt ist.

Bemerkenswert ist, dass in beiden Landesteilen über 25 % der Unternehmen schon ab Gründung einen merklichen Anteil der Finanzierung der ersten Monate durch Umsatzerlöse bzw. Cashflow stützen können, wenn auch oft auf niedrigem Niveau. Die Gründer schöpfen also ihre Marktchancen so früh wie möglich aus und sparen damit Kapital.

## **GRÜNDERTEAMS UND DEREN ZUSAMMENSETZUNG**

Im ostdeutschen (bzw. westdeutschen) Teilsample gründeten 132 (261) ursprüngliche Gründerpersonen 32 (77) Unternehmen, d.h. die Teamgröße war im Mittel 4,1 (3,4) Personen. In einer Reihe von Unternehmen sind bzw. waren einige Gründer aus dem Team von Anfang an nur nebenamtlich tätig, insbesondere die mitgründenden Institutsleiter und Lehrstuhlinhaber. Auch frühere Arbeitskollegen aus dem Forschungsteam am Forschungsinstitut oder am Lehrstuhl haben den Wechsel in das Spin-off nicht immer mitvollzogen. Reduziert auf die letztendlich tätigen hauptamtlichen Gründer war die durchschnittliche Teamgröße nur noch halb so groß, im Osten nur noch 2,1 und im Westen nur 1,8. Einzelgründungen sind in beiden Samples selten. In der Umfragestichprobe sind Gründungsteams von zwei Personen am häufigsten, in der Fallstudiengruppe solche von drei Gründern. Gründerteams von mehr als fünf Personen, die wegen des damit steigenden Konfliktpotenzials nachteilig für die Unternehmensentwicklung einzuschätzen sind, treten nur mit ca. 13 % bzw. 8 % auf.

In 20 % der Gründungsteams sind Frauen vertreten (im Westen 18 %, im Osten 24 %), Zahlen, die zu der Hoffnung Anlass geben, dass sich die Gründungsbereitschaft unter den Wissenschaftlerinnen belebt. Es ist allerdings kein Fall bekannt geworden, bei dem offensichtlich eine Frau die Initiatorin und die trei-

bende Kraft der Gründung war. Gleichwohl übernahmen Frauen oft Geschäftsführungsaufgaben.

## **ART DER INNOVATION UND STELLUNG IN DER WERTSCHÖPFUNGSKETTE**

Die vorgefundenen Geschäftsmodelle der Fallstudienunternehmen wurden vier einfachen Basistypen zugeordnet: Produktinnovationen, Verfahrens- bzw. Prozessinnovationen, Softwareprodukte und (innovative) Dienstleistungen. Zu Letzteren werden auch die Auftragsentwicklungen gezählt, die letztlich auch zu Produkten, Verfahren oder Software führen sollen.

Produkt- und Verfahrensinnovationen dominieren vor der Erbringung von Dienstleistungen. Unter den Letzteren befinden sich aber nicht nur innovative Dienstleistungen, die den Kern des Businessmodells bilden, sondern auch klassische produktbegleitende Dienstleistungen. Die erfolgreichen bzw. erfolgversprechenden Unternehmen sind am häufigsten bei Verfahrensinnovationen und Software zu finden, dicht gefolgt von Dienstleistungen und Produktinnovationen.

Fragt man nach der Stellung der Wertschöpfungskette und ordnet die 39 Unternehmen wenigen Kategorien zu, ergibt sich, dass die Gründungen stark auf Investitionsgüter (einschließlich Zulieferung) ausgerichtet sind. Die Erfolgchancen waren bei Systemkomponenten und Zulieferteilen in der Fallstudiengruppe deutlich am höchsten, vor Dienstleistungen für private und öffentliche Haushalte und vor Dienstleistungen für Unternehmen. Den größten Anteil erfolgloser oder noch in kritischem Zustand befindlicher Gründungen bietet die Kategorie Konsumgüter, vor Endprodukten von Investitionsgütern. Die Dienstleistungen für private und öffentliche Haushalte sind, gemessen an ihrem hohen Chancenpotenzial, etwas unterrepräsentiert. Hier nutzen Gründer Geschäftsmöglichkeiten nicht optimal aus; auf diesen Sachverhalt sollte die Gründungsförderung stärker achten.

Die Art der angebotenen Leistungen oder Produkte (Art der Innovationen) der jungen Unternehmen korreliert mit der Größe und regionalen Reichweite der jeweils bedienten Zielmärkte. Es ergibt sich dabei folgendes Bild: Auf beschränkten Märkten bewegen sich die meisten Fallstudienunternehmen, wobei zwei Drittel zu den erfolgreichen oder erfolgversprechenden Unternehmen zählen. Zehn von 13 Unternehmen sind erfolgreich auch auf großen Märkten tätig, darunter Märkte auch und gerade mit industriellen Kunden.

Das Bedienen kleiner Märkte oder gar von Einzelkunden erscheint als weniger vielversprechend.

## UNTERSTÜTZUNG DURCH DIE MUTTERORGANISATION

Bei den Ausgründungen aus Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen wird von den Gründern die Nutzung von Hochschulinfrastruktur (Büros, Labors, Technikum, Maschinen und Anlagen) und Hochschulpersonal (hauptsächlich studentische Hilfen, Sekretariats- und Laborpersonal) an prominenter Stelle genannt. Die nächsthäufigen Unterstützungsangebote der Muttereinrichtungen sind bei den Hochschulen die Verwendung ihrer FuE-Ergebnisse und der allgemein erleichterte Zugang zu Wissen aller Art. Dies rangiert bei den außeruniversitären FuE-Einrichtungen an sechster bzw. dritter Stelle. Die Gründer aus außeruniversitären FuE-Einrichtungen nennen die Nutzung der Industrie- bzw. Kundenkontakte der Mutterinstitute für den Aufbau des Kontaktnetzes des Spin-offs an erster Stelle; bei den Hochschulen nimmt dieser Aspekt erst den fünften Platz ein.

Wichtiger für die Gründer ist bei beiden Typen von Mutterinstituten ihre Rolle als Impulsgeber. Diese Rolle ist zumeist an einzelne Personen des nahen Arbeitsumfeldes gebunden, oft an die Institutsleiter, Abteilungsleiter oder Projektleiter. Von ihrer persönlichen Einstellung zu Technologietransfer und Unternehmensgründungen zwecks Verwertung von Ergebnissen aus ihrem Forschungskontext hängt es ab, ob sie qualifizierten Mitarbeitern die Option einer Ausgründung schmackhaft machen und ob sie sie mit attraktiven Projekten, FuE-Ergebnissen oder Patenten bzw. Lizenzen ausstatten und günstige Ausstiegsszenarien anbieten. Die Qualität und Ernsthaftigkeit dieses Angebotsbündels sowie das persönliche Engagement dieser Vorgesetzten sind die Schlüsselfaktoren für die Motivation und Zusammensetzung des Gründerteams und letztlich für das Zustandekommen einer tragfähigen und chancenreichen Gründung. Eng damit verbunden ist auch die Beratung, die die Gründer von ihren Vorgesetzten oder dafür spezialisierten Stellen der Mutterorganisation erfahren. Die außeruniversitären FuE-Einrichtungen bieten ihren Ausgründungen häufig mittelfristige Kooperationsvereinbarungen und die Durchführung gemeinsamer Projekte an. Auch gegen- bzw. wechselseitige Vergabe von Unteraufträgen kann darunter fallen. Diese beiden Aspekte finden sich bei Universitäten weniger häufig, möglicherweise, weil bei ihnen die Ressourcen bzw. Aktionsspielräume

geringer sind (weniger Drittmittelaufträge, die eine autonome Auftragsvergabe möglich machen).

Erwähnenswert ist unter den angebotenen und genutzten Unterstützungsleistungen auch die Überlassung von Lizenzen oder gar Patenten. Dieses Anreizinstrument wird in den beiden Samples allerdings bei Hochschulausgründungen nur zu knapp 22 % genutzt. Bei außeruniversitären Einrichtungen ist die Nutzungsquote immerhin etwa 32 %. Angesichts der Bedeutung, die die Frage der Verwertung und des Transfers von gewerblich schützbaaren Ergebnissen der öffentlichen Forschung in der öffentlichen Debatte hat, sind diese Zahlen eher ernüchternd.

## STANDORTFAKTOREN

Die Gründer wurden sowohl in der schriftlichen Umfrage, als auch in den Fallstudien gebeten, Faktoren zu beurteilen, die für ihre ursprüngliche Standortentscheidung von Bedeutung waren. Bemerkenswerterweise rangiert in beiden Landesteilen das Arbeitsmarktargument »Verfügbarkeit qualifizierten Personals« in der Durchschnittsbewertung ganz oben, vor »Nähe zu möglichen FuE-Kooperationspartnern« und »Nähe zum Mutterinstitut«. Hochrangig sind auch die individuellen, persönlichen Kriterien wie »Nähe zur Familie und zu Freunden«, was die Stärke der sozialen Bindungen bestätigt und die (subjektiv empfundene) »Lebensqualität der Region«. Harte Standortfaktoren wie gutes Förderangebot, hervorragende Verkehrsinfrastruktur, gründerfreundliche Kommunalverwaltung und andere folgen erst mit hinteren Rangplätzen.

Diese Bewertungen suggerieren eine klare und scheinbar rationale Präferenzstruktur. Die persönlichen Interviews in den Fallstudien machten jedoch deutlich, dass die Standortentscheidung fast immer sehr einfach war: Man blieb, wo man war, also am bisherigen Arbeitsstandort und damit in der Nähe des Mutterinstituts und in der Nähe zum privaten Umfeld.

## MARKTREIFE DES TRANSFEROBJEKTS

In der Gesamtschau ergibt der empirische Befund zur Marktreife der Transferprojekte folgendes Bild: Es kann ein ansehnlicher Anteil marktnaher Transferprojekte (bzw. -objekte) konstatiert werden (Prototypen eingeschlossen), den sowohl die Hochschulen, als auch die außeruniversitären Mutterorganisationen ihren Ausgründern mitgeben. Es gibt aber auch einen

merklichen Anteil noch nicht marktnaher Entwicklungsergebnisse. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, die Ausgründungsaktivitäten zur Vervollständigung der Wertschöpfungskette weiter zu fördern.

## UNTERNEHMENSSTRATEGISCHE BEDEUTUNG DER TRANSFERIERTEN FuE-ERGEBNISSE

Die befragten Unternehmen bewerteten die strategische, d.h. langfristige Bedeutung der Transferobjekte für die Unternehmensentwicklung wie folgt:

- › In Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen wurden die »Transferobjekte« mit 56 % bzw. 58 % gleichermaßen als wichtig bis sehr wichtig angesehen.
- › Der Anteil von insgesamt 25 % der Antworten mit der Einschätzung »weniger bis nicht wichtig« deutet darauf hin, dass sich die Gründer – angesichts veränderter marktlicher oder technologischer Rahmenbedingungen – anderweitig orientiert haben.

Es ist die Regel, dass junge Unternehmen nach ihrem »Gründungsprodukt« weitere Produkte, Verfahren oder Dienstleistungen entwickeln, entweder, um damit zu diversifizieren oder ein wenig erfolgreiches Gründungsprodukt abzulösen. Daneben gibt es nicht wenige Spin-offs, bei denen das Gründungsprodukt ohne Zutun der Mutterorganisation entstanden war oder bei denen von Beginn an eine zum Transferprojekt parallele unabhängige Produktentwicklung stattgefunden hatte.

Die Befragung ergab hierzu, dass die nachfolgenden oder parallel entstandenen Innovationen insgesamt zu 84 % als wichtig bis sehr wichtig eingestuft werden, somit also im Schnitt für die nachhaltige Unternehmensentwicklung eine größere Bedeutung haben als das Gründungsprodukt, das zu knapp 70 % als wichtig bis sehr wichtig eingeordnet wurde. Die Fähigkeit, eine zusätzliche Produktentwicklung »ohne Zutun« der Mutterorganisation zu entwickeln, ist auch ein Indikator für Innovationsfähigkeit und Emanzipation vom Mutterinstitut und damit eine Bewährungsprobe für Autonomie am Markt.

## FÖRDERINSTRUMENTE

In West- wie Ostdeutschland wurden die vorhandenen Förderinstrumente in bescheidenem Maße in Anspruch genommen, im Osten deutlich mehr als im Westen. In Ostdeutschland haben die dort verfügbaren (früheren) Förderprogramme das Entstehen und Über-

leben vieler Gründungen erst möglich gemacht. Andererseits entsteht der Eindruck, dass solch relativ leicht einzuwerbende Förderung auf der individuellen Ebene zu einem Nachlassen der unternehmerischen Anstrengungen geführt hat. Insgesamt scheint angesichts der relativ geringen Nutzung von Existenzgründungsförderung die Marktorientierung der Gründer im Westen ausgeprägter zu sein. Dort wurde mehr Privatkapital eingesetzt, und dort fanden sich auch alle erfolgreichen Ausgründungen des Samples.

## THESEN ZUR FÖRDERUNG

Abschließend werden thesenartig Vorschläge für neue Förderansätze zur Diskussion gestellt:

- › bei den Beantragungs- und Bewilligungsverfahren von Förderprogrammen gründlicher das Vorhandensein von kaufmännischen Kenntnissen überprüfen;
- › Gründungswillige vor der Förderbewilligung vermittelt geförderter Qualifizierungsangebote schulen;
- › gründungswilligen Wissenschaftlern erfahrene Kaufleute als Geschäftsführer des neuen Unternehmens zur Seite stellen;
- › Risikominderungsmaßnahmen ergreifen zur Erleichterung der Kreditentscheidung der Kreditinstitute, wie Risikomanagementtools in den Unternehmen, Versicherungstools zur Deckung technischer und Marktrisiken oder Gutachtensysteme zur Verringerung der Unsicherheiten über Innovationsvorhaben;
- › Förderung mit mehr Eigenbeteiligung der Gründer koppeln;
- › mehr Eigenkapitalanteil in der Gründungsfinanzierung zur Bedingung machen;
- › mehr auf »harte« Darlehensförderung setzen, um das unternehmerische Engagement und die Selbstverpflichtung der Gründer zu steigern;
- › innovationsorientiertes öffentliches Beschaffungsverhalten;
- › Maßnahmen zur Verbesserung des Verständnisses für die Karriereoption »Selbständigkeit« in wissenschaftlichen Einrichtungen verstärken.

---

## PUBLIKATIONEN

*Akademische Spin-offs in Ost- und Westdeutschland und ihre Erfolgsbedingungen*  
TAB-Arbeitsbericht Nr. 109

# INDIVIDUALISIERTE MEDIZIN UND GESUNDHEITSWESEN (ZUKUNFTSREPORT)

2.

DR. BÄRBEL HÜSING, FHG-ISI

## GEGENSTAND UND ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Ob Nanobiomedizin, autologe Zelltherapie, molekulares Imaging, Nutrigenomics oder die Ermittlung patientenspezifischer Proteinexpressionsmuster – zahlreiche wissenschaftlich-technischen Entwicklungen sollen zu einer »individualisierten Medizin« beitragen. Eine solche Medizin verspricht eine genauere Ermittlung des Patientenstatus in Bezug auf die gesundheits- und krankheitsbeeinflussenden Faktoren, und diese Kenntnis soll »individuell maßgeschneiderte« Interventionen ermöglichen. In mittelfristiger Perspektive von zehn bis 20 Jahren könnten solche Versorgungsformen in den Arztpraxen und Krankenhäusern Einzug halten.

Ziel des Zukunftsreports ist es, im Hinblick auf eine »individualisierte Medizin«

- › relevante wissenschaftlich-technische Entwicklungslinien systematisch zusammenzustellen und ihr synergistisches Zusammenwirken zu antizipieren,
- › zu prüfen, in welchen – mittelfristigen – Zeithorizonten und unter welchen Rahmenbedingungen und Voraussetzungen eine Überführung in die klinische Praxis realisierbar erscheint,
- › mögliche Auswirkungen in ökonomischer, ethischer, rechtlicher und gesellschaftlicher Hinsicht aufzuarbeiten sowie
- › Optionen für mögliche Anpassungsprozesse und Vertiefungsbedarf für künftige TA-Studien aufzuzeigen.

## STAND DER ARBEITEN

Stellvertretend für die im Berichtszeitraum erarbeiteten Ergebnisse sollen zwei thematische Dimensionen in Kürze angesprochen werden: Die Sicht relevanter Akteure auf eine individualisierte Medizin sowie die chronische Erkrankung Diabetes, die im Projekt als Vertiefungsthema bearbeitet wurde.

## PROJEKTDATEN

|                  |   |
|------------------|---|
| THEMENINITIATIVE | Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung |
| PROJEKTSTART     | Februar 2005  |
| ABSCHLUSSBERICHT | Vorlage geplant Sommer 2007                                   |

## PERSPEKTIVEN UND EINSCHÄTZUNGEN RELEVANTER AKTEURE

Aufbauend auf der Identifizierung relevanter wissenschaftlicher Disziplinen, Technologiefelder, Entwicklungslinien und Akteure wurde analysiert, welches Verständnis, welche Erwartungen und Zielsetzungen einzelne Akteure des Gesundheitssystems mit der »individualisierten Medizin« verbinden. Hierfür wurden Interviews und eine schriftliche Befragung unter denjenigen Akteuren, die zu einer »individualisierten Medizin« beitragen bzw. von ihr betroffen sein könnten, durchgeführt. Bedingt durch den Zukunftscharakter des Feldes und die Vielzahl der involvierten Akteure zeigen erste Auswertungen, dass sich bislang kein einheitliches Verständnis einer »individualisierten Medizin« herausgebildet hat. Die jeweils akteurspezifischen Perspektiven lassen sich in einem Raum verorten, der durch die drei Treiber »Medizinischer Bedarf«, »Wissenschaftlich-technische Optionen« und »Patientenorientierung« aufgespannt wird.

Hinsichtlich des Aspektes »Wissenschaftlich-technische Optionen« zeigt sich, dass bei Akteuren, die in biomedizinischer und medizintechnischer Forschung, Entwicklung und klinischer Erprobung tätig sind, Sichtweisen überwiegen, die die wachsenden wissenschaftlich-technischen Möglichkeiten hervorheben, mit deren Hilfe die Ursachen pathologischer Veränderungen und Krankheitsmechanismen auf molekularer Ebene erforscht werden. Hierbei spielen molekulargenetische Ansätze und die Erfassung genetischer Faktoren eine zentrale Rolle. Während einige Akteure jedoch die »Individualisierung« mit der genetischen Ausstattung gleichsetzen, betonen andere die Notwendigkeit, auch andere als genetische Faktoren einzube-

ziehen. Ziele entsprechender Forschungsarbeiten sind u.a., Krankheiten aufgrund molekularer Parameter zu subklassifizieren, sodass die resultierenden Subtypen weniger an Symptomen, sondern stärker an Ätiologie und Krankheitsmechanismus orientiert sind.

Des Weiteren werden spezifische molekulare Biomarker gesucht und evaluiert, die entweder lediglich in der klinischen und pharmakologischen Forschung und Entwicklung (z.B. als Proof of Mechanism-Biomarker) eingesetzt werden, oder aber als Surrogatmarker für klinisch relevante Fragestellungen (z.B. Ansprechen auf eine Therapie, Prognoseverbesserung, Beurteilung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Nebenwirkungen, Kostenaspekte der Therapie) dienen. Solche Marker sollen es beispielsweise ermöglichen,

- › prognostisch zu beurteilen, welche der verfügbaren Therapieoptionen angewendet werden sollte,
- › den individuellen Therapieeffekt zu verfolgen und den Verlauf der Therapie entsprechend zu modifizieren (Therapiemonitoring),
- › Hochrisikopersonen zu identifizieren mit dem Ziel der Einleitung präventiver Maßnahmen,
- › die Krankheitsdiagnose in einem früheren und damit noch besser behandelbaren Stadium zu stellen als dies bislang anhand etablierter klinischer Parameter möglich ist.

Hierzu wird auch die Bestimmung genetischer Faktoren gezählt, die die Wirkung und die Nebenwirkung einiger Medikamente beeinflussen (Pharmakogenetik).

Von den auf diese Weise erweiterten diagnostischen Möglichkeiten erhofft man sich, die Patienten je nach Diagnose- oder Therapiekriterium in verschiedene Gruppen unterscheiden zu können, denen dann Therapien angeboten werden, die je nach genetischem Profil und Krankheitsmuster auf einzelne Patientengruppen zugeschnitten bzw. stratifiziert sind.

Bemerkenswert ist, dass die Argumentation zahlreicher Akteure in Bezug auf die prädiktive Gendiagnostik und Pharmakogenetik weit entwickelt und ausdifferenziert ist, während andere Teilbereiche, wie z.B. die molekulare (prädiktive) Diagnostik, bislang noch wenig reflektiert erscheinen. Während genetische Faktoren stark betont werden, werden andere Aspekte wie beispielsweise die bislang unzureichende Berücksichtigung von Kindern, alten Menschen, Frauen sowie multimorbiden und polypharmazierten Kranken, die im Kontext der klinischen Forschung intensiv

diskutiert werden, oder auch soziale und psychische Faktoren bislang kaum mit einer »individualisierten Medizin« in Verbindung gebracht. Hier besteht Bedarf zur Weiterentwicklung der Debatte, u.a. im Rahmen des Zukunftsreports.

Zahlreiche Akteure, die in der medizinischen Versorgung aktiv sind bzw. aus Public-Health-Sicht argumentieren, weisen darauf hin, dass multifaktorielle und chronische Krankheiten in den Industrieländern ein wachsendes Public-Health-Problem sind, das durch die demografische Entwicklung noch verschärft wird. Angesichts der begrenzten Wirksamkeit der etablierten Interventionen bei diesen multifaktoriellen und chronischen Krankheiten wird ein großes Potenzial darin gesehen, das Auftreten dieser Krankheiten durch präventive Maßnahmen zu vermeiden bzw. den Zeitpunkt ihres Auftretens zu höheren Lebensaltern hin zu verschieben (»healthy ageing«). Dabei wird der »individualisierten Medizin« im oben skizzierten Sinne grundsätzlich das Potenzial zugemessen, Biomarker bereitzustellen, die nicht nur in Diagnose und Therapie einer Akutmedizin einsetzbar sind, sondern die es zudem ermöglichen, Personen mit erhöhtem Erkrankungsrisiko spezifischer als bisher zu identifizieren. Damit wären sie Präventionsmaßnahmen oder einer engmaschigeren Überwachung gezielter zuzuführen bzw. chronische Erkrankungen wären bereits in einem früheren und damit noch besser therapierbaren Stadium zu erfassen. Langfristig könnte dies eine Durchdringung aller Stufen der medizinischen Wertkette bedeuten – ein dezidierter Bestandteil der Unternehmensstrategien zahlreicher Medizintechnik- und Diagnostikfirmen.

Bemerkenswert ist, dass in diesem Kontext in der Regel Prädiktion und Prävention argumentativ miteinander verknüpft werden und ohne vertiefende Reflexion davon ausgegangen wird, dass eine prädiktive Diagnostik ausschließlich mit dem Ziel (und den Möglichkeiten!) einer Prävention durchgeführt würde und umgekehrt, dass eine wirksame Prävention eine alle Stufen der medizinischen Wertkette durchdringende Diagnostik voraussetze. Dieser Aspekt soll während der weiteren Bearbeitung des Zukunftsreports noch vertieft werden. Hierzu soll auch das Vertiefungsthema »Diabetes« herangezogen werden.

Hinsichtlich eines weiteren Treibers für eine »individualisierte Medizin« zeigt sich in groben Umrissen das folgende Bild: Die meisten der befragten Akteure befürworten, dass der Patient selbst stärker in den

Mittelpunkt rücken solle, indem die Patientinnen und Patienten im Gesundheitssystem zunehmend als aktiv mitwirkende Partner einbezogen und ihre individuellen Präferenzen und ihre Selbstbestimmung bei diagnostischen, präventiven und therapeutischen Entscheidungen stärker berücksichtigt werden. Gleichzeitig werden jedoch auch erhebliche Zweifel und Skepsis geäußert, inwieweit eine insbesondere auf genetische Faktoren abzielende Stratifizierung hierzu Beiträge leisten kann. Dies wird mit der Forderung verbunden, dass die Patientenperspektive ein integraler Bestandteil der Forschung, Entwicklung und Überführung in die medizinische Praxis sein müsse.

Individualisierung impliziert aber auch, dass Patienten in Bezug auf ihre Selbstverantwortung für die eigene Gesundheit »stärker in die Pflicht genommen« werden könnten. Hier ist zu fragen, inwieweit es im Interesse der Patientinnen und Patienten liegt, umfangreiche krankheitsbezogene Informationen über sich zu erhalten, und inwieweit sie in der Lage sind bzw. in die Lage versetzt werden können, entsprechende Informationen so umzusetzen, dass ihre Gesundheit erhalten bzw. wiederhergestellt wird.

### VERTIEFUNGSTHEMA DIABETES

Mit dem Diabetes wurde eine chronische Erkrankung gewählt, bei der eine Vielzahl unterschiedlicher Faktoren die Entstehung, den Verlauf, die Schwere und Häufigkeit von Komplikationen und Spätfolgen beeinflusst. Diabetes repräsentiert somit einen Krankheitstyp, für den von einer Individualisierung der Medizin wesentliche Beiträge im Hinblick auf die Milderung der damit verbundenen Public-Health-Probleme erwartet werden. Insbesondere in der Therapie sind die zur Verfügung stehenden Therapieoptionen sehr ausdifferenziert und entsprechen bereits heute in hohem Maße einer »individualisierten Medizin«, so dass Experten dem Diabetes mellitus in Bezug auf eine Individualisierung eine Vorreiterrolle zumessen. Obwohl vonseiten der nationalen und internationalen Gesundheitspolitik der Verbesserung der Versorgung von Diabeteskranken sowie der Prävention seit mehr als 15 Jahren ein hoher Stellenwert zugemessen wird, hat sich die epidemiologische Situation noch nicht durchgreifend gebessert. Deshalb wurden mittlerweile vielfältige Maßnahmen ergriffen, die sich über alle Stufen der medizinischen Leistungserbringung erstrecken und die darauf abzielen,

- › die hohe Prävalenz und steigende Zahl der Neuerkrankungen zu verringern,
- › die hohe Dunkelziffer der bereits Erkrankten, die aber noch nicht als solche erkannt sind, durch eine frühere Diagnosestellung, gezielte Prävention und frühere Therapie zu verringern,
- › die Qualität in der Diabetikerversorgung zu steigern und damit den Therapieerfolg zu erhöhen und akute Komplikationen und Langfristschäden zu verringern,
- › die Lebensqualität und Lebenserwartung der Betroffenen zu erhöhen.

Vor diesem Hintergrund wird im Fallbeispiel Diabetes konkret aufgezeigt, wie weit eine Individualisierung in Diagnose und Therapie bereits fortgeschritten ist, und inwieweit und unter welchen Rahmenbedingungen und Voraussetzungen sie zur Erreichung der oben genannten Ziele beiträgt. Weil für Diabetes teilweise bereits Erfahrungen mit der Realisierbarkeit und Wirksamkeit der – individualisierten – Interventionen vorliegen, sollen zudem auf dieser Basis – zumindest ansatzweise – Individualisierungspotenziale für andere multifaktorielle Krankheiten bewertet werden. Gerade weil es für Diabetes gesundheitspolitisches Ziel ist, die Akutversorgung der chronisch Diabeteskranken durch eine verstärkte Prävention zu ergänzen und – idealerweise – teilweise zu ersetzen, sollte das Fallbeispiel auch Hinweise darauf geben, in welcher Weise Strukturen und »Spielregeln« des Gesundheitssystems hierfür angepasst werden müssen und welche Rolle eine »Individualisierung« dabei spielt.

---

### ABSCHLIESSENDE ARBEITEN

Für die als relevant identifizierten wissenschaftlichen Disziplinen, Technologiefelder und Entwicklungslinien werden zurzeit Zeithorizonte der Entwicklung sowie wesentliche Einflussfaktoren für eine Roadmap ausgearbeitet. Darauf aufbauend werden mögliche künftige Entwicklungspfade einer individualisierten Medizin skizziert und auf dieser Basis Gestaltungsbedarf und -optionen abgeleitet.

---

# HANDLUNGSOPTIONEN ZUR SICHERUNG DER INTERNATIONALEN WETTBEWERBSFÄHIGKEIT FORSCHUNGS- UND WISSENSINTENSIVER BRANCHEN IN DEUTSCHLAND AM BEISPIEL DER PHARMAZEUTISCHEN INDUSTRIE (INNOVATIONSREPORT)

3.

DR. MICHAEL NUSSER, FHG-ISI

---

Forschungs- und wissensintensive Branchen (z.B. Pharmabranche, Medizintechnik, Fahrzeugbau, EDV-Dienstleistungen) verfügen durch ihre hohen Aufwendungen für Forschung und Entwicklung (FuE) und die in diesen Branchen verwendeten neuen Technologien (z.B. Bio-, Nano-, Informationstechnologien) über große Potenziale zur Entwicklung neuer oder verbesserter Prozesse, Produkte und Dienstleistungen. Hierdurch können sie über Innovationen neue Märkte erschließen und andere Branchen wettbewerbsfähig umgestalten.

Innovationen sind meist der Schlüssel zur Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit forschungs- und wissensintensiver Branchen. Diese entstehen in Innovationssystemen, in denen diverse Akteure in einem interaktiven, interdisziplinären und kollektiven Prozess mit vielen Rückkoppelungseffekten beteiligt sind. Hierzu müssen nicht nur alle Teilsysteme (u.a. Wissenschaft/Ausbildung, industrielle Akteure, Nachfrage) innerhalb eines Innovationssystems leistungstark sein, sondern sie müssen auch untereinander gut vernetzt sein. Dies impliziert, dass zur Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit kontinuierliche Verbesserungen angebots- und nachfrageseitiger Standortfaktoren sowie deren Vernetzung entlang der gesamten Wertschöpfungskette erforderlich sind.

---

## GEGENSTAND UND ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Ziel des TAB-Innovationsreports ist es, ausgehend von einer systemischen Perspektive Handlungsoptionen zur Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit forschungs- und wissensintensiver Branchen zu entwickeln, mit denen bestehende Potenziale am Standort Deutschland erhalten und ausgebaut sowie Innovationshemmnisse abgebaut werden können. Folgende Fragen standen im Fokus der Untersuchungen:

---

## PROJEKTDATEN

|                  |   |
|------------------|---|
| THEMENINITIATIVE | Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung |
| PROJEKTSTART     | September 2005  |
| ABSCHLUSSBERICHT | Vorlage geplant im Februar 2007                               |

- › Welche wirtschaftspolitische Bedeutung haben forschungs- und wissensintensive Branchen in Deutschland?
- › Welche angebots- und nachfrageseitigen Faktoren sind entscheidend zur Erzielung von Wettbewerbsvorteilen in diesen Branchen?
- › Wie attraktiv ist der Standort Deutschland für forschungs- und wissensintensive Branchen hinsichtlich dieser angebots- und nachfrageseitigen Faktoren?
- › Welche Handlungsoptionen stehen den Akteuren aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft zur Verfügung, um die forschungs- und wissensintensiven Branchen am Standort Deutschland und dessen Forschungsinstitutionen und Unternehmen international wettbewerbsfähiger zu machen?

Zur Beantwortung dieser Fragen wurden gesamtwirtschaftliche und branchen- bzw. sektorspezifische Standortfaktoren sowie betriebliche Leistungsfaktoren integriert analysiert. Einige ausgewählte Ergebnisse zu den Stärken und Schwächen Deutschlands als Standort für forschungs- und wissensintensive Branchen werden im Folgenden dargestellt sowie einige Schlussfolgerungen in verallgemeinernder Form präsentiert.

---

## ERGEBNISSE

Standorte in den USA, Japan und Europa und deren Innovationsakteure stehen nicht nur in einem immer härteren Innovationswettbewerb untereinander, son-

dern sind auch mit zunehmender Konkurrenz aus aufstrebenden Ländern in Osteuropa und Asien konfrontiert. Diese dringen zunehmend in die bisherigen Spezialisierungsfelder der Industrienationen vor, u.a. bei den Gütern der Hochwertigen Technologien (z.B. Automobilbau). Deshalb müssen etablierte Industrieländer wie Deutschland ständig neue und höherwertigere Produktions- und Exportbereiche erschließen, um ihre Wettbewerbsposition halten zu können. In dieser Hinsicht zeigen die Analysen des TAB gravierende Schwächen entlang der gesamten Wertschöpfungskette, die darauf hindeuten, dass Deutschland seine derzeitige Wettbewerbsposition dauerhaft nicht wird halten können.

So wird das positive Bild der Patent- oder Außenhandelszahlen z.B. stark getrübt, wenn man inputorientierte Innovationsindikatoren betrachtet, die Frühindikatoren bzw. Frühwarnsignale für die zukünftige technologische Leistungsfähigkeit sind. Während Deutschland in den 1970er und 1980er Jahren bei wichtigen FuE-Inputindikatoren absolute Spitzenpositionen im internationalen Vergleich einnahm, haben sich viele Indikatoren seit Beginn der 1990er Jahre gravierend verschlechtert. Diese Entwicklungen werden im Folgenden für die beiden Inputindikatoren Wissensbasis sowie Bildung und Qualifikation näher erläutert.

## WISSENSBASIS

Die für diesen TAB-Bericht zusammengestellten Daten zeigen, dass existierende Wettbewerbsvorteile hinsichtlich der (technologischen) Wissensbasis, die für die forschungs- und wissensintensiven Branchen von essenzieller Bedeutung ist, langfristig zu erodieren drohen. Seit Beginn der 1990er Jahre ist die industrielle (vor allem bei kleinen und mittelständischen Unternehmen), aber auch die staatliche FuE-Dynamik in Deutschland sehr gering. Die Länder Nordamerikas (USA, Kanada), Nordeuropas (u.a. Finnland, Schweden) und Asiens (u.a. Japan, Korea, Indien, China) zeigen hingegen eine deutlich höhere FuE-Dynamik. So ist Deutschland, gemessen am FuE-Anteil am Bruttoinlandsprodukt, von Rang 3 1991 auf Rang 9 2004/2005 abgerutscht. Der Umsatzanteil neuer Produkte sank von 31,0 % 1987 auf 27,5 % 2004. Der staatliche FuE-Finanzierungsanteil an der Wirtschaft wurde von ca. 14 % der industriellen FuE-Ausgaben in den 1970er Jahren auf ca. 4 % im Jahr 2003 stark zurückgefahren. Auch die investiven Komponenten in den FuE-Budgets forschender Unternehmen, die als Indikator der Standortbindung gelten, sanken von 11 % 1989 auf 8 % 2003. Die Bindung an den FuE-

Standort Deutschland scheint zu schwinden. Auch der Unternehmensbestand junger Technologieunternehmen nimmt seit 2002 in allen forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftsbranchen in Deutschland ab. Beim FuE-Personal, das zur Umsetzung von neuem Wissen in wettbewerbsfähige Prozesse, Produkte und Dienstleistungen wichtig ist, musste Deutschland zwischen 1991 und 2003 einen Abbau von 7 % verzeichnen (im Vergleich zu 35 % zwischen 1979 und 1991), während sich wichtige Konkurrenzländer seit 1991 beim FuE-Personal positiv entwickelten (z.B. USA 37 %, EU-Durchschnitt 29 %).

Die absolute Höhe der FuE-Aktivitäten für sich alleine betrachtet ist zwar wichtig, sie ist aber kein Indikator für die Effektivität und Effizienz der FuE-Prozesse. Vieles deutet jedoch darauf hin, dass die deutsche FuE-Dynamik nicht ausreicht für einen dauerhaften Erhalt der derzeitigen internationalen technologischen Wettbewerbsfähigkeit. Vor diesem Hintergrund zeigen die 2006 veröffentlichte Hightech-Strategie der Bundesregierung und die wieder zunehmenden industriellen FuE-Ausgaben in einigen Branchen in die richtige Richtung. Ob dies allerdings ausreicht, wird entscheidend von der FuE-Dynamik anderer Konkurrenzländer abhängen. China z.B. verfünffachte die realen FuE-Ausgaben zwischen 1995 und 2004 mit einer jährlichen Wachstumsrate von 20 % und lag hinter den USA und Japan in 2004 bereits weltweit an dritter Stelle.

## BILDUNG UND QUALIFIKATION

Die Erforschung, Entwicklung, Anwendung und Vermarktung forschungs- und wissensintensiver Prozesse, Produkte und Dienstleistungen stellen besondere und zum Teil neue Anforderungen an die Arbeitskräfte. Dies lenkt den Blick zum einen auf die quantitative Verfügbarkeit qualifizierter Arbeitskräfte und zum anderen auf die Passfähigkeit der Qualifikationsprofile zu den Anforderungen. Wie nachfolgende Ausführungen darlegen, werden sich derzeit noch bestehende Wettbewerbsvorteile bei der Verfügbarkeit qualifizierter Arbeitskräfte bereits in wenigen Jahren in Wettbewerbsnachteile umkehren, wenn die Anstrengungen zum Gegensteuern nicht verstärkt werden.

## PASSFÄHIGKEIT

In einigen Bereichen existiert eine zu geringe Passfähigkeit zwischen benötigter und angebotener Qualifikation. Vor allem eine fehlende Interdisziplinarität, die in der Wissenschaft und Wirtschaft zunehmend

an Bedeutung gewinnt, und ein unzureichender industrie relevanter Bezug der Ausbildungsinhalte werden seitens der Industrie oft bemängelt. Kleine und mittelständische Technologieunternehmen sehen sich zunehmend mit Engpässen bei qualifiziertem Personal mit geeigneten Kenntnissen in den Bereichen Produktion, Marketing und Vertrieb konfrontiert. Auch die zunehmenden Internationalisierungsprozesse sind laut Expertenmeinungen bislang unzureichend in den Bildungsinstitutionen berücksichtigt (z.B. in den Bereichen Sprachenausbildung, interkulturelles Management-Know-how). Zudem werden sich durch den demografischen Wandel zukünftige Konsumausgabenstrukturen verändern (z.B. zunehmende Bedeutung der Gesundheitspflege); dadurch muss fast jeder sechste Arbeitsplatz in Deutschland zukünftig »umgeschichtet« werden mit Konsequenzen für die erforderlichen Qualifikationsprofile.

## VERFÜGBARKEIT

Die Untersuchungen zur Personalverfügbarkeit zeigen aktuell ein differenziertes Bild. In einigen forschungs- und wissensintensiven Branchen, wie der Pharmaindustrie, dem Software- und Telekommunikationsbereich oder bei den technischen und FuE-Dienstleistern, sind derzeit sehr geringe Engpässe bei qualifiziertem Personal zu erkennen. Viele andere forschungsintensive Industriebranchen, in denen ingenieurwissenschaftliches Know-how eine besondere Rolle spielt, haben dagegen bereits derzeit große Rekrutierungsschwierigkeiten.

Die somit teilweise bereits existierenden Personalengpässe bei hochqualifiziertem Personal, vor allem bei Naturwissenschaftlern und Ingenieuren, werden sich zukünftig verschärfen, da das Angebot (u.a. Studienabsolventen) deutlich hinter der steigenden Arbeitsnachfrage aus Industrie und Wissenschaft hinterherhinkt. Hinsichtlich der Arbeitsnachfrage zeigen Studien, dass sich zwischen 1975 und 2004 die Erwerbstätigenzahl mit Fach-/Hochschulabschluss fast verdreifacht hat. Vieles spricht dafür, dass sich dieser Trend der Wissensintensivierung in der Zukunft fortsetzen wird. Die Arbeitsnachfrage nach qualifiziertem Personal wird daher zukünftig weiter stark ansteigen.

## UNAUSGESCHÖPFTE POTENZIALE

Zukünftige Personalengpässe könnten gemildert werden, wenn vorhandene Arbeitskräftepotenziale effizient genutzt würden.

Zu den größten Potenzialen hochqualifizierter Arbeitskräfte zählen Frauen. In Deutschland sind rund 50 % der Studienanfänger und Studienabsolventen Frauen. Mit fortschreitender beruflicher Entwicklung werden diese Potenziale immer weniger ausgeschöpft. Im deutschen Hochschulsektor ist in 2001 der Forscherinnenanteil mit knapp 21% bescheiden, z.B. im Vergleich zu Finnland (37 %). Gleiches gilt beim Frauenanteil mit Lehrbefugnis an Hochschulen: 9 % in Deutschland im Vergleich zu 36 % in Finnland und einem EU-15-Durchschnittswert von 26 %. Ein ähnliches Bild ergibt sich beim Anteil der Frauen am FuE-Personal in der Wirtschaft (10 % in Deutschland im Vergleich zu 18 bis 23 % in skandinavischen Ländern). Im deutschen Staatssektor ist der Forscherinnenanteil mit ca. 22 % im Vergleich zu über 35 % in anderen europäischen Ländern ebenfalls gering.

Auch bei der Integration Älterer in das Erwerbsleben liegt Deutschland mit einer Erwerbsquote der 55- bis 64-Jährigen von knapp unter 40 % im internationalen Vergleich abgeschlagen zurück. Länder wie Schweden, Norwegen, Schweiz, Japan, Dänemark und die USA weisen Werte zwischen 60 bis 70 % auf. Neben hohen Kosten für die Rentensysteme bleiben Innovationspotenziale, z.B. der große Erfahrungsschatz Älterer, unausgeschöpft. (Dies vor dem Hintergrund, dass der Anteil der Erwerbstätigen, die 55 Jahre oder älter sind, im Zuge des demografischen Wandels von ca. 11 % 2000 auf rund 23 % 2025 ansteigen wird.) Auch Potenziale vieler junger Menschen bleiben aufgrund einer großen Chancenungleichheit im deutschen Bildungssystem derzeit ungenutzt. Die Chance, ein Hochschulstudium aufzunehmen, ist für Kinder der sozialen Herkunftsgruppe »hoch« mehr als sieben Mal größer als für Kinder der sozialen Herkunftsgruppe »niedrig«.

Im Zuge der technologischen Entwicklung müssen Wissen und Fertigkeiten stets durch Aus- und Weiterbildung auf den neuesten Stand gebracht werden. Auch hier liegt Deutschland bei vielen Indikatoren (z.B. Anzahl der Unternehmen, die Mitarbeitern Weiterbildungsangebote offerieren, Zahl der Teilnehmer und besuchter Kursstunden, Ausgaben je Jahr und Teilnehmer) eher im Mittelfeld (Rang 13 der betrachteten 21 OECD-Länder in 2003).

## NACHFRAGE

Das Konzept der Vorreitermärkte weist auf die Bedeutung der Nachfrage für die Wettbewerbsfähigkeit

hin; ein hohes Nachfrageniveau und eine hohe Qualität der inländischen Nachfrage kann die internationale Wettbewerbsfähigkeit forschungs- und wissensintensiver Unternehmen über folgende Mechanismen dauerhaft erheblich stärken: Existiert ein innovations-treibender Problemdruck, so können Kunden neue Bedarfe artikulieren, die durch bestehende Prozesse, Produkte oder Dienstleistungen nicht abgedeckt werden können. Entsprechend anspruchsvolle und qualitätsbewusste (private und Industrie-)Kunden mit einer großen Innovationsaufnahmebereitschaft und -neugier und einer hohen Technikoffenheit werden als »lead user« bezeichnet. Nimmt ein Land bzw. deren »lead user« globale Nachfragetrends rascher und früher an als andere Länder, können Vorreitermarktgewinne in Form erhöhter inländischer Wertschöpfung (inkl. Außenhandelserfolge) und Beschäftigung entstehen. »Lead user« sollten daher von den Innovationsakteuren frühzeitig in die FuE-Prozesse einbezogen werden, um schnell herauszufinden, wie passfähig neue (technologische) Lösungen sind. Dies erfordert enge Kunden-Lieferanten-Produzenten-Beziehungen.

Deutschland besitzt Vorreitermarktpositionen auf der Nachfrageseite z.B. im Automobilbau und in Branchen, in denen es um Prozesstechnik für Industriekunden geht (z.B. Maschinenbau, Steuer-, Mess-, Regelungs- und Umwelttechnik, technische Industriegüterkomponenten). Diese Vorreitermarktposition wird durch eine sehr starke Industriebasis (insb. bei Hochwertigen Technologien) und durch Präferenzen der Industriekunden nach qualitativ hochwertigen und leistungsfähigen, flexibel einsetzbaren und vor allem kosteneffizienten Maschinen, Anlagen, Softwaresystemen und technischen Komponenten begünstigt. Ein wichtiger Auslöser ist der Kostendruck in Deutschland (z.B. hohe Arbeits-, Umweltschutz-, Energiekosten). Die Präferenzen deutscher Industriekunden liegen im globalen Trend, da z.B. der Kostendruck langfristig in vielen Ländern zunehmen wird, da die nachgefragten Produktionsfaktoren knapper werden (z.B. steigende Rohstoffpreise, bereits hohe Lohndynamik in asiatischen und osteuropäischen Ländern). Dieses positive Bild trübt sich jedoch, wenn man zusätzlich die private Nachfrage mit einbezieht.

## NACHFRAGENIVEAU

Hinsichtlich der Konsumausgaben liegen die USA deutlich vor Japan, gefolgt von Deutschland und Großbritannien. Deutschlands Anteil an der Nachfrage der größten OECD-Länder hat seit Beginn der

1990er Jahre abgenommen. Bei der Nachfrage nach FuE-intensiven Gütern und wissensintensiven Dienstleistungen pro Kopf liegt Deutschland im Mittelfeld und beim Bruttoinlandsprodukt pro Kopf (Indikator für die Kaufkraft von Innovationen) sogar im letzten Drittel im OECD-Vergleich. Hieraus lässt sich schließen, dass z.B. die geringe Binnennachfrage (vor allem im privaten Konsumbereich) in Deutschland auf Dauer auch die Exportstärke schwächen dürfte, u.a. weil eine kritische Masse an innovationsimpulsgebenden privaten Nachfragern fehlen könnte.

Die zukünftigen Wachstumspotenziale liegen vor allem auf den Absatzmärkten im Osten: Exporte nach Osteuropa und Asien stiegen zwischen 2001 und 2005 jährlich um 8 bis 10 %, das durchschnittliche Ausfuhrwachstum lag bei knapp über 5 % p.a. Der Anteil Asiens wird voraussichtlich von derzeit 13 % auf voraussichtlich etwa 18 % 2015 ansteigen, wohingegen der Anteil Europas von 72 % auf 67 % sinken wird, obwohl Osteuropa Anteile hinzugewinnen wird. Die zukünftig weiter stark zunehmende Bedeutung Asiens auf den globalen Absatzmärkten ergibt sich nicht nur durch deren stärkere Einbindung in den Welthandel und die internationale Arbeitsteilung und das daran geknüpfte Wirtschaftswachstum, sondern auch durch die unterschiedliche Altersstruktur der Bevölkerung im Vergleich zu etablierten Industrieländern. Allein bedingt durch den demografischen Wandel werden einige Länder (darunter Deutschland) ab 2010 an Nachfragebedeutung verlieren, während asiatische Länder mit einer jüngeren Bevölkerungsstruktur (z.B. Indien) zukünftig weiter an Nachfragebedeutung hinzugewinnen werden. Hieraus ist abzuleiten, dass deutsche forschungs- und wissensintensive Unternehmen durch eine intensive Markterforschung dieser (zukünftigen Vorreiter-)Märkte sowie die Integration der Kundenbedarfsstrukturen dieser Länder in die FuE-Prozesse zukünftig erhebliche (Export-)Vorteile erzielen könnten.

## NACHFRAGEQUALITÄT

Auch bei der Nachfragequalität bewegt sich Deutschland im Mittelfeld der 17 betrachteten OECD-Länder. Zwar nimmt Deutschland bei der Anspruchshaltung der Kunden mit Rang 3 eine Spitzenposition ein, bei den Kategorien »technologisches Niveau lokaler Kunden« sowie der »staatlichen Nachfrage nach fortschrittlichen technologischen Produkten« befindet sich Deutschland im Mittelfeld im OECD-Vergleich. Auch Einstellungen zu Technik, Wissenschaft und Risiko

beeinflussen die Präferenzen von Konsumenten, innovative Produkte zu kaufen. Bei der Bereitschaft, Risiken zu tragen, oder bei Vorbehalten gegenüber Technik liegt Deutschland entweder im Mittelfeld oder letzten Drittel im OECD-Vergleich. Nur bei risikoarmen Technologien, deren Nutzen erkennbar ist (u.a. Leben wird gesünder, Arbeit wird interessanter, neue Möglichkeiten für künftige Generationen) stellt das deutsche Nachfrageverhalten kein Hemmnis dar.

## FAZIT UND HANDLUNGSOPTIONEN

Der TAB-Innovationsreport zeigt, dass die zukünftige internationale Wettbewerbsfähigkeit nicht nur von der Effektivität und Effizienz staatlichen Handelns abhängt, sondern auch erheblich von der Effektivität und Effizienz der wissenschaftlichen und betrieblichen Leistungsprozesse und damit vom Handeln der Akteure aus Wissenschaft und Industrie. Während wichtige Konkurrenzländer in den letzten Jahren massiv in Forschung und Entwicklung und in Reformen im Bildungssystem investiert haben, um ihre internationale Wettbewerbsfähigkeit zu stärken und dauerhaftes Wirtschaftswachstum zu sichern, hat Deutschland hier Nachholbedarf. Der TAB-Innovationsreport

identifiziert entlang der gesamten Wertschöpfungskette zum Teil erhebliche Schwächen, die die internationale Wettbewerbsfähigkeit forschungs- und wissensintensiver Branchen am Standort Deutschland dauerhaft gefährden. Will man die forschungs- und wissensintensiven Branchen dauerhaft international wettbewerbsfähiger machen, reichen punktuelle Maßnahmen nicht aus. Vielmehr ist ein »ganzheitlicher systemischer Ansatz« erforderlich, der alle relevanten angebots- und nachfrageseitigen Faktoren sowie deren Vernetzung entlang der gesamten Wertschöpfungskette adäquat berücksichtigt.

Die Ansatzpunkte zur dauerhaften Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit forschungs- und wissensintensiver Branchen liegen demnach – wie der Bericht des TAB detailliert aufführt – in den Handlungsfeldern Erhöhung der staatlichen und industriellen FuE-Dynamik, effizienteres Bildungssystem, bessere Ausschöpfung des qualifizierten Arbeitsangebotspotenzials, innovationsoffene Nachfragekultur, stärkere marktorientierte Cluster- und Netzwerkpolitik sowie erhöhte Effektivität und Effizienz wissenschaftlicher und industrieller Leistungsprozesse.

# ARBEITEN IN DER ZUKUNFT: STRUKTUREN UND TRENDS DER INDUSTRIEARBEIT (ZUKUNFTSREPORT)

4.

DR. STEFFEN KINKEL, FHG-ISI  
 DR. BÄRBEL HÜSING, FHG-ISI  
 DR. MICHAEL FRIEDEWALD, FHG-ISI  
 DR. GUNTER LAY, FHG-ISI  
 DR. RALF LINDNER, FHG-ISI

Thema dieses TAB-Zukunftsreports ist die »Zukunft der Industriearbeit« mit einem Zeithorizont von etwa fünf bis zehn Jahren in die Zukunft. Dabei liegt diesem – in dieser thematischen Ausrichtung im Herbst 2005 begonnenen – Vorhaben ein erweitertes Verständnis von Industriearbeit zugrunde. Es umfasst alle direkt und indirekt wertschöpfenden Tätigkeiten in produzierenden Industriebetrieben, die zum Mehrwert des verkäuflichen Produkts beitragen.

## GEGENSTAND UND ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Ziel dieses Zukunftsreports ist es zu ermitteln und zu diskutieren, an welchen Stellen aktuell und zukünftig sich abzeichnende und von Akteuren erwartete, veränderte Rahmenbedingungen zu einem Wandel der Arbeit in produzierenden Industrieunternehmen führen könnten, der parlamentarische Handlungsüberlegungen angezeigt erscheinen lässt. Insgesamt soll mit diesem TAB-Zukunftsreport kein Versuch unternommen werden, alle für die weitere Entwicklung der Industriearbeit relevanten Aspekte umfänglich darzustellen und einzuordnen. Stattdessen werden bewusst einige aus Sicht von Experten, Studien und Literatur wesentliche Entwicklungen ausgewählt, die aller Wahrscheinlichkeit nach das Handeln und die Wertschöpfung der Industriebetriebe in Zukunft verstärkt beeinflussen werden und daher für die weitere Gestaltung der Industriearbeit maßgebliche Rahmenbedingungen setzen.

Dazu wurden im Laufe des Jahres

- › wesentliche potenzielle Entwicklungspfade der Industriearbeit analysiert und beschrieben, die aus den veränderten Anforderungen der weiter zunehmenden Internationalisierung und »inneren Tertia-

## PROJEKTDATEN

|                  |   |
|------------------|---|
| THEMENINITIATIVE | Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung |
| PROJEKTSTART     | Oktober 2005  |
| ABSCHLUSSBERICHT | Vorlage geplant im März 2007                                  |

risierung« an die Tätigkeiten der Industriebetriebe erwachsen,

- › entsprechend veränderte Organisationsformen der Unternehmen in ihren möglichen Auswirkungen auf die Industriearbeit untersucht,
- › drei exemplarische Technologiestränge, die in verschiedenen Studien als Schlüsseltechnologien der Zukunft identifiziert wurden, auf ihre potenziellen arbeitsrelevanten Wirkungen hin diskutiert: die Biotechnologie, die Nanotechnologie sowie das Konzept der Ambient Intelligence.

Mit der Auswahl der drei zukünftigen Schlüsseltechnologien ist verbunden, dass die Analysen zu den potenziellen Auswirkungen dieser Technologien auf die zukünftige Gestalt der Industriearbeit nicht bereits auf gesicherten empirischen Erkenntnissen beruhen können. Dies betrifft verstärkt die bezüglich der industriellen Anwendung besonders weit in die Zukunft reichenden Nano- und AmI-Technologien.

Dennoch ist es ein Anliegen, teilweise erstmalig konsequent die arbeitsrelevanten Auswirkungen der Nutzung dieser Technologien zu diskutieren und damit einen vorausschauenden Blick auf die potenzielle Gestalt der Industriearbeit der Zukunft zu wagen – auch wenn einige Einschätzungen und Schlussfolgerungen aufgrund mangelnder empirischer Erkenntnisse und belastbarer Daten eher vorsichtig formuliert werden müssen.

---

## ERGEBNISSE

Im Folgenden werden eine Auswahl der Ergebnisse aus den Analysen der drei zukünftigen Schlüsseltechnologien und einige Thesen zum Beobachtungs- und Handlungsbedarf präsentiert. Die differenzierten Ergebnisse zu den zukünftigen Auswirkungen von Internationalisierung, Tertiärisierung und veränderten Organisationsformen auf die Industriearbeit können aus Platzgründen nur gestreift werden.

### BIOTECHNOLOGIE

Biotechnologie gilt in allen industrialisierten Ländern als eine der »Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts«. Wegen des wachsenden Reifegrades und des erwarteten Effekts auf die künftige Wettbewerbsfähigkeit der von Biotechnologie beeinflussten Wirtschaftssektoren ist sie auch ein zentrales Feld der Innovationspolitik. Als Querschnittstechnologie wird ihr ein großes Potenzial in einer Vielzahl von industriellen Anwendungen, Branchen und Tätigkeiten zugemessen. Dabei stellt die Biotechnologie unter den drei in diesem Bericht betrachteten Technologien diejenige dar, die hinsichtlich der Kommerzialisierung am weitesten fortgeschritten ist. An ihr werden die Implikationen für die Industriearbeit daher auch am ehesten deutlich. Bemerkenswert ist jedoch, dass zwischen dem der Biotechnologie zugemessenen Potenzial für industrielle Anwendungen einerseits und dem Wissen über ihre Wirkungen auf Industriearbeit andererseits eine – unerwartet große – Lücke klafft: Es wurde nur wenig empirisches Material gefunden, das fundierte Einschätzungen über mögliche Wirkungen auf Industriearbeit ermöglicht. Arbeitswissenschaft und -soziologie haben sich offenbar der Biotechnologie bislang nur punktuell zugewandt. Die Analysen des TAB zeigten auch, dass die häufig beschworenen »revolutionären« Veränderungen durch die Biotechnologie nicht in dem Maße feststellbar sind, wenn man ein Zeitfenster von mehreren Jahren in den Blick nimmt. Vielmehr überwiegen inkrementelle Änderungen. Dennoch sind mit der »biobased economy« oder der Verlagerung der Wertschöpfung auf frühere Stufen der Wertkette, zum Beispiel in der Pflanzenzüchtung, Bereiche erkennbar, die ein Potenzial zur Substitution etablierter Industrien und zu einem damit verbundenen Strukturwandel aufweisen. Hier besteht grundsätzlicher Bedarf, prospektive Abschätzungen von Größenordnungen, spezifischer Entwicklungstrends, Zeithorizonten oder besonders betroffenen Regionen als

Basis für die Identifizierung von Handlungsbedarf und Handlungsoptionen durchzuführen.

Mit Blick auf die industrielle Anwendung der Biotechnologie wäre es darüber hinaus erforderlich, die – überwiegend auf eine Tätigkeit von akademisch ausgebildeten Personen in Forschung und Entwicklung und von fachschulisch ausgebildeten Kräften in traditionellen Tätigkeitsfeldern ausgerichteten – fachlichen Qualifikationen besser auf die Anforderungen in den Unternehmen abzustimmen: Hier werden in stärkerem Maße branchen-, produktions-, markt- und anwendungsorientierte Fachkenntnisse und berufspraktische Erfahrungen, gepaart mit Fremdsprachenkenntnissen und »soft skills« in der interdisziplinären und internationalen Teamarbeit, benötigt, als sie derzeit im Fachkräftepool vorhanden sind. Es besteht daher die Herausforderung, ein flächendeckendes Aus- und Weiterbildungsangebot zu entwickeln, das alle formalen Qualifikationsstufen abdeckt.

Inwieweit durch die Biotechnologie und insbesondere durch die Gentechnik neue gesundheitliche Gefährdungen am Arbeitsplatz entstehen könnten und wie sie wirksam zu begrenzen seien, wurde bereits Mitte der 1970er Jahre thematisiert und diskutiert. In den folgenden Jahrzehnten wurden entsprechende Sicherheitsmaßnahmen entwickelt, gesetzlich verbindlich vorgeschrieben und in der Praxis implementiert, sodass in der Biotechnologie ein Stand erreicht ist, der in der Nanotechnologie aktuell angestrebt wird. Allerdings zeichnen sich nunmehr in der Biotechnologie mit der Synthetischen Biologie, gegebenenfalls auch mit der Nanobiotechnologie, neue Felder ab, die ein erhöhtes Gefährdungspotenzial für die menschliche Gesundheit bergen könnten. Der Wissensstand ist aber noch nicht ausreichend, um mögliche Gefährdungen abschätzen zu können. Hier besteht also aktueller Forschungsbedarf, um die Wissensbasis für eine Risikobewertung zu schaffen, auf deren Grundlage dann Präventions- und Schutzmaßnahmen entwickelt werden könnten.

### NANOTECHNOLOGIE

Die Nanotechnologie befindet sich noch in der Übergangsphase von der Grundlagenforschung zur Anwendung. Es gibt auch keine »Nanoindustrie« im eigentlichen Sinne, sondern zwei Typen von Unternehmen, nämlich junge Technologieunternehmen, die sich ausschließlich mit Nanotechnologie befassen, und größere Unternehmen, die die Nanotechnologie in den letzten Jahren in ihr Technologieportfolio aufgenommen

men haben. Entsprechend wenig Aufmerksamkeit hat die Nanotechnologie bisher in der genuinen Arbeitsforschung erhalten. Angesichts der Schlüsselfunktion der Nanotechnologie erscheint es angeraten, künftig verstärkt der Frage nach den Auswirkungen der Nanotechnologie auf die menschliche Arbeit nachzugehen. Aus heutiger Sicht sind vor allem Herausforderungen für die Bildungs- und Forschungspolitik sowie für den Arbeitsschutz erkennbar.

Der Blick auf die Grundlagenforschung, angewandte Forschung und Entwicklung im Bereich der Nanotechnologie zeigt, dass diese zunehmend interdisziplinär sein müssen – mit entsprechenden Folgen für Ausbildung und Nachwuchsförderung. Als Voraussetzung für einen Innovations- und Produktivitätsschub durch Nanotechnologie müssen neue Organisationsstrukturen und Ausbildungsgänge entstehen, die den multi- oder interdisziplinären Charakter der Nanotechnologie berücksichtigen. So wie bei anderen dynamischen und wissensintensiven Technologien ist es notwendig, bereits in der Ausbildung einen anwendungsorientierten Schwerpunkt zu setzen, der sich nicht nur an den Bedürfnissen der Großunternehmen, sondern auch denen der KMU in Deutschland orientiert.

Aus der Perspektive der industriellen Anwendung der Nanotechnologie zeichnet sich ab, dass die meisten Unternehmen nicht primär ausgewiesene »Nanowissenschaftler oder -ingenieure« benötigen, sondern verstärkt breiter qualifizierte Naturwissenschaftler, Diplomingenieure und Informatiker mit Ankopplungskompetenz und spezifischem Grundlagenwissen in der Nanotechnologie. Dabei herrscht mittlerweile Einigkeit, dass zunächst ein Grundstudium in einer der klassischen Disziplinen (wie z.B. Physik, Chemie oder Ingenieurwissenschaften) abzuschließen ist, bevor sich Studierende auf den Schwerpunkt Nanotechnologie konzentrieren. Das hierzu heute bereits existierende Angebot der Universitäten und Fachhochschulen ist zwar sehr breit, es fehlt allerdings die Vergleichbarkeit der vermittelten Inhalte bzw. der Abschlüsse, insbesondere auf europäischer Ebene.

Viele Experten stimmen darin überein, dass im Rahmen der Ausbildung frühzeitig mit Wirtschaftsunternehmen zusammengearbeitet werden sollte. Vor allem in reinen Anwendungsbranchen gibt es jedoch Anzeichen, dass die akademische Ausbildung im Bereich der Nanotechnologie an den konkreten Bedürfnissen, insbesondere von kleinen und mittleren Unternehmen, vorbeigeht. Hier gilt es, einen effizienten und

frühzeitigen Transfer von wissenschaftlichen Ergebnissen mit Produkt- bzw. Marktrelevanz sowie insbesondere auch den Austausch von Personal zwischen Wissenschaft und Industrie zu ermöglichen. Das EU-Forschungsrahmenprogramm, vom BMBF bereits initiierte Kooperationsprojekte und andere Vorhaben (Hightech-Strategie der Bundesregierung) zeigen, dass diese Problematik erkannt wird.

Besonders deutlicher und rasch anzugehender Nachholbedarf besteht derzeit noch bei den mittleren Qualifikationen, also insbesondere den Facharbeitern und Technikern in den Industriebetrieben. Hier erscheint es nicht ausreichend, den Bedarf allein durch – ebenfalls noch neu zu schaffende – betriebliche Ausbildungsgänge zu decken. Vielmehr sollte hier angeregt werden, dass Verbände und Kammern Möglichkeiten zur beruflichen Weiterbildung von Facharbeitern im Bereich der Nanotechnologie eröffnen.

Im Hinblick auf den Arbeitsschutz betonen nahezu alle Experten, dass es besonders wichtig sei, die Schädlichkeit von Nanomaterialien sowie die mögliche Exposition von Personen am Arbeitsplatz zu untersuchen und geeignete Maßnahmen in die Wege zu leiten. Dabei besteht europaweit noch ein erheblicher Mangel an Wissen über entscheidende Faktoren, der durch fundierte Studien behoben werden sollte.

Die Ergebnisse mit Relevanz für die Industriearbeit müssten dann umgehend hinsichtlich ihrer Implikationen für die Anpassung von Arbeitsschutzbestimmungen beurteilt werden.

## **AMBIENT INTELLIGENCE**

Ein Großteil der AmI-Technologien befindet sich gegenwärtig noch in der Phase der Grundlagenforschung. Entsprechend vage müssen Aussagen über künftige Auswirkungen dieser Technologielinie bleiben. Trotz dieser grundsätzlichen Einschränkung zeichnen sich mit Blick auf AmI-Anwendungen in der industriellen Fertigung bereits heute einige Entwicklungslinien mit Relevanz für die Ausgestaltung der Industriearbeit ab:

So ist deutlich zu erkennen, dass die Einführung von RFID-Systemen, die als Wegbereiter von AmI gelten, vor allem mit dem Ziel verbunden ist, sowohl die Kosteneffizienz als auch die Variabilität von Produktionsprozessen zu steigern. Insofern wird mit AmI keine radikale Umstellung industrieller Fertigung ver-

bunden sein, vielmehr ist dieser jüngste informationstechnische Innovationsschub in langanhaltende Trends eingebettet.

Die zu erwartenden Auswirkungen von AmI-Anwendungen auf Tätigkeitsprofile und Qualifikationsanforderungen werden wahrscheinlich von zwei gegenläufigen Trends geprägt sein.

- › Einerseits ist zu vermuten, dass bestimmte Tätigkeiten in der industriellen Fertigung eine qualitative Anreicherung erfahren werden, die mit der verbesserten (informationstechnischen) Integration unterschiedlicher Wertschöpfungsstufen in Verbindung stehen. Aufgrund der wachsenden Komplexität von Fertigungsprozessen werden die betroffenen Mitarbeiter gefordert sein, vermehrt eigenverantwortlich sowie fachlich und sozial kompetent Entscheidungen zu treffen.
- › Andererseits zeichnet sich ab, dass AmI-Anwendungen erweiterte Möglichkeiten zur Automatisierung von einfachen Kontroll-, Überwachungs- und manuellen Tätigkeiten bieten. Es ist davon auszugehen, dass insbesondere einfache Tätigkeiten mit niedrigen Qualifikationsanforderungen substituiert werden. Für die Mehrzahl der verbleibenden Beschäftigten in der industriellen Fertigung ist zu vermuten, dass sich die Trends der Arbeitsverdichtung und des Verlustes an Zeitsouveränität, die insbesondere durch die zunehmende Internationalisierung und Marktorientierung der Unternehmensorganisation vorangetrieben werden, auch im Zuge der Einführung von AmI weiter fortsetzen. Angesichts der geringen Anwendungsreife von AmI kämen detaillierte Handlungsempfehlungen, etwa mit Blick auf bildungspolitische Maßnahmen, zu diesem Zeitpunkt verfrüht. Allerdings ist vor dem Hintergrund der in vielerlei Hinsicht erst schemenhaft erkennbaren Entwicklung von AmI die intensive Beobachtung und Erforschung dieses Technologiefeldes angezeigt.

## ÜBERGREIFENDE IMPLIKATIONEN FÜR DIE INDUSTRIEARBEIT

Bei der Analyse der Implikationen für die Industriearbeit quer zu den untersuchten Treibern der Veränderung springt insbesondere ein durchaus besorgniserregendes doppeltes Problem ins Auge: Auf der einen Seite werden einfache und wenig know-how-intensive Tätigkeiten zukünftig noch deutlich weniger als bereits bisher nachgefragt werden. Auf der anderen

Seite ist absehbar, dass der steigende Bedarf an Hochschul- und Fachhochschulabsolventen insbesondere bei Ingenieur-, Natur- und Wirtschaftswissenschaften zunehmend schwieriger gedeckt werden kann.

Ersteres ist vorrangig auf Entwicklungen zurückzuführen, die sich im Zuge veränderter Marktanforderungen (Globalisierung, Tertiarisierung) und bedingt durch neue betriebliche Organisationsformen ergeben:

- › Durch die zunehmende Internationalisierung der Wertschöpfung der Industrieunternehmen werden insbesondere koordinierende Tätigkeiten und interkulturelle Kompetenzen für alle Fachkräfte und Ausbildungswege an Bedeutung gewinnen. Dagegen werden einfache Tätigkeiten zukünftig noch stärker als bislang bereits entweder weiter automatisiert und damit weniger personalintensiv in Deutschland durchgeführt oder in Länder mit geringeren Lohnkosten verlagert.
- › Im Zusammenhang mit der inneren Tertiarisierung deuten alle Befunde darauf hin, dass produktbegleitende Dienstleistungen der Industrie, im Gegensatz zu vielen anderen Dienstleistungen, auf höher qualifiziertes Personal angewiesen sind. Damit steigt die Quote der Mitarbeiter mit Hochschul-, Fachhochschul- und Technikerabschluss, während an- und ungelernete Mitarbeiter weniger benötigt werden.
- › Die marktorientierte Organisationsgestaltung der Unternehmen geht zwar bislang (noch) nicht mit einer Reduktion des Anteils An- und Ungelernter in diesen Betrieben einher. Eine breite Nutzung wissensintensiver Produktionssysteme mit einem Anteil von weniger als 10 % unausgebildeter bzw. geringqualifizierter Arbeiter an den Beschäftigten wird zukünftig aber durchaus als realistisch eingeschätzt.

Die genannten Trends werden verstärkt durch den Einsatz der drei Schlüsseltechnologien in der Industriearbeit: Biotechnologie und Nanotechnologie erfordern insbesondere entsprechend ausgebildetes akademisches Personal sowie technische Assistenz mit fachschulischer oder dualer Ausbildung. Daher ist nicht davon auszugehen, dass in nennenswertem Umfang positive Beschäftigungseffekte für Gering- oder Nichtqualifizierte entstehen werden. In Folge der Einführung von industriellen Ambient-Intelligence-Anwendungen zeichnet sich ab, dass erweiterte technische Möglichkeiten zur Automatisierung von einfachen Kontroll-, Überwachungs- und anderen manuellen Tätigkeiten entstehen, wodurch insbesondere ein-

fache Tätigkeiten mit niedrigen Qualifikationsanforderungen substituiert werden könnten.

Die andere Dimension des Problems zeigt sich bei der Gesamtsicht auf die zukünftigen Bedarfe an Hochqualifizierten. Hier ist heute bereits absehbar, dass der steigende Bedarf an Hochschul- und Fachhochschulabsolventen zunehmend schwieriger gedeckt werden kann, da sich der Absolventen- und Fachkräftemangel insbesondere bei Ingenieur-, Natur- und Wirtschaftswissenschaften durch den demografischen Wandel noch weiter verschärfen dürfte.

Diese Engpassstendenz wird noch durch folgende Entwicklungen verschärft:

- › Im Zuge der zunehmenden Internationalisierung der Industrieunternehmen wird zukünftig der Wettbewerb um kluge Köpfe, insbesondere um hochqualifizierte Spezialisten und Führungskräfte mit ingenieur- und betriebswirtschaftlichem Profil, noch stärker als heute international und standortübergreifend stattfinden. Dies führt insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen zu zunehmenden Rekrutierungsproblemen.
- › Auch zwischen der zunehmenden inneren Tertiärisierung sowie der marktorientierten Organisations-

gestaltung und dem Bedarf an ingenieur- und betriebswirtschaftlichen Hochschul- und Fachhochschulabsolventen, zum Beispiel in den Bereichen Beratung, Service, Forschung, Entwicklung oder Konstruktion, besteht ein nachweisbarer und signifikant positiver Zusammenhang.

Verstärkt wird diese Entwicklung wiederum durch die Folgen des Technikeinsatzes in der Produktion: Industrielle Anwendungen von Biotechnologie und Nanotechnologie sowie – noch etwas vager – auch Ambient-Intelligence-Anwendungen erfordern hochqualifiziertes Personal, insbesondere natur- und ingenieurwissenschaftliches akademisches Personal sowie entsprechend ausgebildete technische Assistenz mit fachschulischer oder dualer Ausbildung. In Biotechnologieunternehmen beispielsweise wird sich der Personalbedarf bereits in mittelfristiger Perspektive von etwa fünf bis zehn Jahren in dieser Richtung deutlich erhöhen.

Vor dem Hintergrund der skizzierten Entwicklungen sind die Bildungs-, Wirtschafts-, Mittelstands- und Arbeitsmarktpolitik gefordert, bei der sich mittelfristig abzeichnenden Verknappung bei ingenieur-, natur- und wirtschaftswissenschaftlich ausgebildeten Akademikern gegenzusteuern.

PETER ZOCHE, FHG-ISI

Der Begriff »Ubiquitous Computing« (UbiComp) bezeichnet die Vision der Allgegenwärtigkeit von kleinsten, miteinander drahtlos vernetzten Computern. Entscheidend ist dabei, dass sie unsichtbar in beliebige Alltagsgegenstände eingebaut oder an diese angeheftet werden können. Damit wird die Möglichkeit geschaffen, mithilfe von Sensoren die Umwelt eines Gegenstands zu erfassen. Diese mit Informationsverarbeitungs- und Kommunikationsfähigkeiten ausgestatteten Gegenstände werden in die Lage versetzt zu »wissen«, wo sie sich befinden, welche anderen Gegenstände in der Nähe sind und was in der Vergangenheit mit ihnen geschah.

Aus der Perspektive des Nutzers stellt diese technische Vision einen Paradigmenwechsel dar. Statt der herkömmlichen Mensch-Maschine-Interfaces sollen weitgehend autonome computergestützte Dienste zur Verfügung stehen, die sich im Hintergrund agierend auf die Bedürfnisse des Nutzers einstellen und diesen bei einer Vielzahl von Aufgaben und Tätigkeiten selbsttätig unterstützen. Die potenziellen Anwendungsbereiche beschränken sich dabei nicht nur auf das Private, sondern sind in nahezu allen Branchen, Arbeits- und Geschäftsfeldern in einer Fülle von Funktionsausprägungen denkbar.

## GEGENSTAND UND ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Beispiele für die Anwendungsbereiche des UbiComp sind Logistik und Handel, Verkehr (sowohl öffentlicher als auch individueller), Gesundheit, Bildung, Unterhaltung. Das Potenzial vieler gegenwartsnaher Anwendungen basiert auf der Möglichkeit zur »intelligenten« Kennzeichnung von Gegenständen. Vor allem im Bereich »Logistik und Handel« werden die heute mit Barcodes markierten Waren durch RFIDs ersetzt, auf denen weiter gehende Informationen gespeichert und drahtlos abgefragt werden können. Mit der intensivierte Vernetzung von Objekten, Sensoren, Steuerungselementen und Datenbanken ist indessen nicht nur eine massive Erhöhung der im Umlauf befindlichen Datenmengen verbunden. Zunehmend werden die mithilfe verschiedener Technologien (Biometrie, RFID,

## PROJEKTDATEN

|                  |   |
|------------------|---|
| THEMENINITIATIVE | Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung |
| PROJEKTSTART     | November 2006   |
| ABSCHLUSSBERICHT | Vorlage geplant im April 2008                                 |

internetbasierte Informations- und Filterprogramme) erfassten Datenbestände vieler Einzelanwendungen miteinander verknüpft und intelligent ausgewertet.

Zur Vision einer weitgehenden Vernetzung des Alltags sind mittlerweile zahlreiche Szenarien entwickelt und Studien vorgelegt worden. Zunehmend werden auch Studien publiziert, die sich insbesondere zu Fragen des Daten- und Verbraucherschutzes sowie zu den soziokulturellen Wirkungen des Einsatzes von RFID kritisch äußern. Auf europäischer und nationaler Ebene wurden verschiedene Projekte gestartet, die sich der Thematik widmen. In der Wirtschaft wurden Initiativen in Angriff genommen, die dazu beitragen sollen, das Potenzial funkbasierter Vernetzungstechnologien in konkreten Demonstrationsprojekten zu erschließen.

Das Spektrum der Studien und Initiativen sowie des Engagements unterschiedlicher Akteure unterstreicht die hohe Relevanz des Themas für Wirtschaft, Gesellschaft und Politik angesichts vielfältig offener technischer, juristischer, sicherheits-, umwelt- und gesellschaftspolitischer Fragen. Aus nationaler Perspektive besteht Bedarf an einer sachbezogenen Bestandsaufnahme der technologischen Entwicklungslinien des allgegenwärtigen Computing. Diese Bestandsaufnahme ist eine Voraussetzung, die möglichen forschungspolitischen Optionen zur Weiterentwicklung herausarbeiten zu können. Eine sachgerechte Information von Entscheidungsträgern aus Politik und weiteren Bereichen über aktuelle und potenzielle Entwicklungen könnte zudem dazu beitragen, die beginnende kultur- und gesellschaftspolitische Debatte frühzeitig zu begleiten und die technische Entwicklung innovationsförderlich mitzugestalten. In diesem Sinne wurde vom Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung beschlossen, dass zu dieser Thematik ein TAB-Zukunftsreport erstellt werden soll.

Ziel dieses Reports wird es sein,

- › die für UbiComp relevanten Entwicklungsperspektiven der IuK-Technologien zu beschreiben,
- › Entwicklungspotenziale in wichtigen Anwendungsbereichen aufzuzeigen,
- › Bedingungen für die Realisierung dieser Entwicklungspotenziale (z.B. Standardisierung, Regulierung, Forschungsförderung) herauszustellen,
- › darauf aufbauend zu untersuchen, wo mit Blick auf unerwünschte Effekte Handlungsbedarf besteht,
- › für diese Bereiche Lösungsansätze zu entwickeln, die staatliche Interventionen möglichst vermeiden.

Der Zeithorizont ist bei der Betrachtung von Technologie- und Marktentwicklung auf zehn bis 15 Jahre begrenzt, fokussiert aber vor allem auf kurz- bis mittelfristige Entwicklungen.

Das Projekt ist auf zwei Schwerpunkte ausgerichtet:

- › Dokumentation und Analyse bereits heute auf Basis der RFID-Technologie konkreter entwickelter (prototypischer) Anwendungen (Teil 1) sowie Untersuchung von längerfristigen Perspektiven und Folgen des allgegenwärtigen Computing (Teil 2).

Schwerpunktmäßig werden in Teil 1 folgende Themenkomplexe aufgearbeitet:

- › technischer Entwicklungsstand,
- › Überblick zu Einsatzgebieten von (Pilot-)Anwendungen,
- › Einschätzung von Nutzenpotenzialen,
- › Überblick über und Systematisierung von Herausforderungen in der technischen Entwicklung und im Einsatz.

Die Nutzung von RFID-Etiketten stellt lediglich einen ersten Schritt zur vollständigen Computerisierung des Alltags dar. Weitere dazu notwendige Elemente sind

- › der Aufbau einer flächendeckenden, nahtlos nutzbaren (Mobil-)Funkinfrastruktur, die auch die Möglichkeit zur spontanen Kommunikation zwischen Endgeräten und mit Anwendungsservern erlaubt,
- › die Entwicklung neuer Interaktionsformen mit Endgeräten und Diensten, die nicht über Bildschirm und Tastatur erfolgen,
- › die Entwicklung von Verfahren zur Auswertung großer Datenbestände in Echtzeit, um den Nutzern personalisierte Dienste anbieten zu können,

- › die Verständigung auf international anerkannte Standards und Frequenzen, die eine Nutzung ubiquitärer Dienste auch über Grenzen hinaus zu ermöglichen,
- › die Kenntnis gesellschaftlicher und marktlicher Anforderungen (z.B. datenschutz- oder verbraucher-schutzbezogene Belange, Sicherheitsvorkehrungen, Nachhaltigkeitsziele),
- › die Entwicklung von tragfähigen Diensten und Geschäftsmodellen.

Die in Teil 2 breiter angelegte Gesamtschau des Themenfeldes wird parallel zu den auf RFID fokussierten Analysen untersucht. Folgende Fragen stehen dabei im Blickpunkt:

- › Welche Technologien kommen zum Einsatz bzw. werden für Anwendungen des UbiComp entwickelt? Wie ist der Forschungsstand hierzu, und welche praktischen Erfahrungen liegen vor?
- › Welche Technologien werden für die unterschiedlichen Einsatzgebiete bevorzugt? Können maßgebliche fördernde oder hemmende Faktoren hierfür benannt werden?
- › Welche zentralen Ergebnisse, Fragestellungen, Thesen und Handlungserfordernisse werden in (FuE-) Projekten berichtet? Welches sind die kontroversen Einschätzungen bzw. Bewertungen? Gibt es spezifische Praktiken im Ausland, die als Anregung für nationales Handeln geeignet erscheinen?
- › Welche Auswirkungen sind durch eine massenhafte Ausbringung von (zum Teil kleinsten) elektronischen Komponenten in die Umwelt in Bezug auf Nachhaltigkeit zu erwarten?
- › Wo liegen die technologie- und forschungspolitischen Herausforderungen? Welche Rolle spielen die nationalen Akteure?

Über eine Modifikation dieser Schwerpunktsetzungen wird ggf. nach Vorlage erster Projektergebnisse entschieden.

Neben umfassenden Literatur- und Dokumentenanalysen werden Experteninterviews, Fachgespräche sowie ein Expertenworkshop durchgeführt. Die Interessen der breiten Öffentlichkeit werden durch eine systematische Analyse der in den Printmedien diskutierten Ängste und Hoffnungen sowie in Gesprächen mit Verbraucher- und Datenschützern eruiert.

IN AUFTRAG GEGEBENE GUTACHTEN VI



---

**BIOBANKEN FÜR HUMANMEDIZINISCHE  
FORSCHUNG UND ANWENDUNG**


---

*Charakterisierung von Biobanken im Hinblick auf  
Gesundheitspolitik und Medizin*

Gen-ethisches Netzwerk e.V., Berlin

*Biobanken – Konzepte und Umsetzung*

Dr. K. Grüber, R. Hohlfeld; Institut Mensch, Ethik  
und Wissenschaft gGmbH, Berlin

*Bestandsaufnahme und Charakterisierung von  
Biobanken*

Telematikplattform für Medizinische Forschungs-  
netze e.V., Berlin

*Privacy und policy – Rechtspolitische und ethische  
Aspekte von Biobanken*

Prof. Dr. J. Simon, Lüneburg

---

**PERSPEKTIVEN EINES CO<sub>2</sub>- UND EMISSIONSARMEN  
VERKEHRS – KRAFTSTOFFE UND ANTRIEBE IM  
ÜBERBLICK**


---

*Verkehrsträger und Antriebstechnologien*

H. Helms, Dr. Ulrich Höpfner, U. Lambrecht, Dr. A.  
Patyk, Ch. Reuter; ifeu – Institut für Energie- und  
Umweltforschung Heidelberg GmbH, Heidelberg

*Perspektiven eines CO<sub>2</sub>- und emissionsarmen  
Verkehrs – Kraftstoffe und Infrastruktur*

W. Zimmer, Dr. Ch. Hochfeld, U.R. Fritsche,  
W. Jenseit, M. Schmied; Öko-Institut e.V. Institut  
für angewandte Ökologie, Freiburg

*Potenziale zur Minderung von Treibhausgas- und  
Schadstoffemissionen – Integrierte Betrachtung von  
Kraftstoffen und Antrieben*

Öko-Institut e.V. Institut für angewandte Ökolo-  
gie, ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung  
Heidelberg GmbH, Freiburg/Heidelberg

---

**HIRNFORSCHUNG**


---

*Was ist Bewusstsein? Erkenntnis- und bewusstseins-  
philosophische Implikation der Hirnforschung*

PD Dr. R. Schumacher, Berlin

*Einblicke und Interventionen in das gesunde und  
das krankhaft veränderte Gehirn*

Dr. A. Eckhardt Scheck; Basler & Hofmann  
Ingenieure und Planer AG, Zürich

*Entwicklungen, Chancen und Grenzen der Hirn-  
forschung: Eine Betrachtung aus Sicht der  
Computational Neuroscience*

Prof. Dr. A.V.M. Herz, Berlin

*Kognitive Neurowissenschaften – das Lernen verstehen*  
Prof. Dr. E. Stern, Berlin

*Neuro-elektronische Schnittstellen zum zentralen  
Nervensystem des Menschen*

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Th. Stieglitz,  
Priv.-Doz. Dr. S. Rosahl, Ottweiler/Freiburg

*Was ist Bewusstsein? Erkenntnis- und bewusstseins-  
philosophische Implikationen der Hirnforschung*

Dr. M. Stier, Dr. J.S. Ach; Westfälische Wilhelms-  
Universität Münster, Centrum für Bioethik, Münster

*Stand der Forschung, Anwendungen und  
Perspektiven der Neurowissenschaften*

Univ.-Prof. Dr. Dr. K. Vogetley, Bonn

---

**POTENZIALE UND ANWENDUNGSPERSPEKTIVEN  
DER BIONIK**


---

*Die Nähe zur Natur als Chance und als Risiko*

R. Haum, O. Levina, U. Petschow; Institut für  
ökologische Wirtschaftsforschung gGmbH, Berlin,  
in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. A. von Gleich;  
Universität Bremen, Technikgestaltung und  
Technologieentwicklung, Bremen

*Bionik als Technologievision der Zukunft: Status  
aktueller und zukünftiger Anwendungen; Bionik für  
Neue Materialien in der Verfahrens-, Umwelt- und  
Bautechnik sowie im Fahrzeugbau; Internationale  
Aspekte*

J. Bertling, Dr. H. Pflaum, M. Rechberger, M. Rett-  
weiler; UMSICHT – Fraunhofer-Institut für Umwelt-,  
Sicherheits- und Energietechnik, Oberhausen

---

**TRANSGENES SAATGUT IN ENTWICKLUNGSLÄNDERN**


---

*Auswirkungen des Einsatzes transgenen Saatguts  
auf die wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und  
politischen Strukturen in Brasilien*

KATALYSE e.V. Institut für angewandte  
Umweltforschung, Köln

*Auswirkungen des Einsatzes transgenen Saatguts  
auf die wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und  
politischen Strukturen in China*

Dr. M. Schmidt, Wien

*Auswirkungen des Einsatzes transgenen Saatguts  
auf die wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und  
politischen Strukturen in Costa Rica*

Gen-ethischen Netzwerk e.V., Berlin

*Fallstudie zur Auswirkung des Einsatzes von trans-  
genem Saatgut auf die wirtschaftlichen, gesellschaft-  
lichen und politischen Strukturen in Chile*

Dr. H. Lehmann-Danzinger, Göttingen

---

## INTERNETKOMMUNIKATION IN UND MIT ENTWICKLUNGSLÄNDERN – CHANCEN FÜR DIE ENTWICKLUNGZUSAMMENARBEIT AM BEISPIEL AFRIKA

---

*Bildung, Wissenschaft, Forschung und technologische Entwicklung als Einsatzfeld der Internetnutzung in Subsahara-Afrika – Erfassung und Analyse bisheriger Erfahrungen und Bewertung zukünftiger Chancen und Herausforderungen*

newthinking communications GbR, Berlin

*Digitale Brücke oder digitale Kluft? – Chancen und Risiken für Wirtschaft und Handel durch IKT in Subsahara Afrika*

Dr. B. Merlin, Fellbach, B. Vielhaber, D. Geilen, Bonn

*Räumliches Teilgutachten der Dreiländerregion Benin/Burkina Faso/Togo*

Dr. T. Buttschardt, Karlsruhe

*IKT-Nutzung für wirtschaftliche, politische und soziale Entwicklung in Afrika*

Dr. O. Nielinger, Hamburg

*eGovernment-Potenziale in Afrika südlich der Sahara*  
IfG.CC – The Institute for eGovernment – Competence Center –, c/o Universität Potsdam, Potsdam

*Einflüsse und Nutzungspotentiale des Internets für die Stärkung demokratischer und zivilgesellschaftlicher Strukturen im subsaharischen Afrika*

Universität Hamburg, Institut für Volkskunde, Forschungskolleg Kulturwissenschaftliche Technikforschung, Hamburg

*Die Bedeutung von IKT für zivilgesellschaftliches Engagement – Nichtregierungsorganisationen (NRO)*

Universität Bonn, ZEFConsult, Zentrum für Entwicklungsforschung, Bonn

*Internet Governance im Sub-Saharischen Raum: Das Management und die Verwaltung von Root Servern, IP Adressen und Domainnamen auf regionaler Ebene*

Prof. W. Kleinwächter, Leipzig

*eGovernment for Development (eGov4D)*

IfG.CC – The Institute for eGovernment – Competence Center –, c/o Universität Potsdam, Potsdam

---

## ÖFFENTLICHE ELEKTRONISCHE PETITIONEN UND BÜRGERSCHAFTLICHE TEILHABE

---

*Stärken-Schwächen-Analyse des Modellversuchs ›Öffentliche Petition‹*

ZebraLog e.V., Berlin

---

## GENDOPING

---

*Gendoping: Techniken, potentielle biologische Ziele und Möglichkeiten des Nachweises*

Deutsche Sporthochschule Köln, Institut für Kreislaufforschung und Sportmedizin, Abteilung molekulare und zelluläre Sportmedizin, Köln

*Stand und Perspektiven dopingrelevanter Ergebnisse der Genomforschung und entsprechender gentherapeutischer Verfahren*

Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München, Anstalt des öffentlichen Rechts, Lehrstuhl und Poliklinik für Präventive und Rehabilitative Sportmedizin, München

*Dopingstrukturen im Sport unter besonderer Berücksichtigung der Möglichkeiten und Grenzen des Dopingnachweises*

Dr. med. H. Striegel, Bietigheim-Bissingen

---

## CHANCEN UND HERAUSFORDERUNGEN NEUER ENERGIEPFLANZEN

---

*Züchtung von Energiepflanzen für die Nutzung spezifischer Inhaltsstoffe und zur Nutzung als Energiequelle aus Ganzpflanzen*

Dr. H. Klein; Pflanzenzüchtung und Biotechnologie/Gentechnik, Büro für unabhängige Wirtschafts- und Politikberatung/Kommunikation, in Kooperation mit Dr. E. Kesten, Einbeck-Negenborn

*Ansätze und Herausforderungen der pflanzenzüchterischen Optimierung von Energiepflanzen – Schwerpunkt schnellwachsende Baumarten*

Dr. B. Degen, Bargteheide

---

## eLEARNING IN FORSCHUNG, LEHRE UND WEITERBILDUNG

---

*eLearning in Europa – Aktivitäten und Implikationen. Europäische eLearning-Aktivitäten: Überblick über wichtige Programme, Akteure und Förderkonzepte der Europäischen Union*

Dr. J. Fleig, K. Ackermann; b-wise GmbH Business Wissen Information Service, Karlsruhe

*eLearning in Forschung, Lehre und Weiterbildung an deutschen Hochschulen*

B.A. Cleuvers, D. Dohmen, S. Simons; FiBS – Forschungsinstitut für Bildungs- und Sozialökonomie, Köln

*Internationale eLearning-Aktivitäten – Ausgewählte Länderstudien*

B.A. Cleuvers, D. Dohmen, R. Gallus, S. Simons; FiBS – Forschungsinstitut für Bildungs- und Sozialökonomie, Köln

*Monitoring eLearning: eLearning im Bereich beruflicher Aus- und Weiterbildung – Entwicklung und Einsatz neuer Bildungskonzepte.*

Prof. Dr. G.P. Frank, Berlin

---

#### ZIELGRUPPENORIENTIERTES eLEARNING

---

*Analyse der Anbietermärkte für die Zielgruppe ›Kinder‹ sowie die Zielgruppe ›Ältere Menschen‹ (Thema 1)*

*Aktueller Stand der institutionellen Verankerung von Angeboten und Bereitstellung entsprechender Bildungsorte und Lernwelten für eLearning im Alter (Thema 2)*

wik-Consult GmbH, Bad Honnef

*Die institutionelle Verankerung von Angeboten und die Bereitstellung entsprechender Bildungsorte und Lernwelten für eLearning im Alter*

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, FIM-NeuesLernen, Erlangen

*Pädagogische Anforderungen an Lernsoftware für Kinder und Empfehlungen für ihre Umsetzung*

Prof. Dr. St. Aufenanger, Mainz

*Teilnahmevoraussetzungen für eLearning-Angebote für Kinder mit besonderem Fokus auf Konsequenzen sozialer Ungleichheit*

Prof. Dr. St. Aufenanger, Mainz

---

#### eLEARNING UND SCHULE

---

*Entwicklungsstand, Potenziale und zukünftige Strategien virtuellen Lehrens und Lernens in deutschen Schulen im Spiegel internationaler Konzepte und Erfahrungen*

FiBS – Forschungsinstitut für Bildungs- und Sozialökonomie, Köln

---

#### NACHWACHSENDE ROHSTOFFE – INDUSTRIELLE STOFFLICHE NUTZUNG NACHWACHSENDER ROHSTOFFE

---

*Industrielle stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe*

M. Kamm, Dr. B. Kamm, P. Schönicke; biorefinery.de GmbH, Potsdam

*Flächen- und Nutzungskonkurrenz in der nachwachsenden Rohstoffbasis*

Dr. D. Thrän, J. Daniel, M. Weber, N. Fröhlich; Institut für Energetik und Umwelt gGmbH (IE), Leipzig

*Ökologische Bewertung von nachwachsenden Rohstoffen: Bewertungsrahmen und Ergebnisse*

Dr. G. Reinhardt, S. Gärtner, Dr. A. Patyk; ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, Heidelberg

*Industrielle stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe – Energetische Nutzung*

Dr. G. Reinhardt, S. Gärtner, Dr. A. Patyk; ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, Heidelberg

*Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen – Markt, makroökonomische Effekte und Verbraucherakzeptanz*

Prof. K. Menrad, Th. Decker, A. Gabriel, S. Kilburg, E. Langer, Dr. B. Schmidt, M. Zerhoch; Fachhochschule Weihenstephan, Professur für Marketing und Management Nachwachsender Rohstoffe, C.A.R.M.E.N. e.V. Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk, Straubing

---

#### NACHHALTIGE ENERGIEVERSORGUNG – ENERGIESPEICHER – STAND UND PERSPEKTIVEN

---

*Energiespeicher – Stand und Perspektiven: Forschung und Entwicklung – Internationale Einordnung*

IZT Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH, Berlin

*Energiespeicher – Stand und Perspektiven: Überblick über aktuelle und zukünftige Möglichkeiten der Energiespeicherung*

Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen (INT), Euskirchen

---

#### NACHHALTIGE ENERGIEVERSORGUNG – CO<sub>2</sub>-ABSCHIEDUNG UND -LAGERUNG BEI KRAFTWERKEN

---

*CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Lagerung bei Kraftwerken*

Ecofys GmbH, Köln

*CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Lagerung bei Kraftwerken*

Öko-Institut e.V., Freiburg

## PUBLIKATIONEN DES TAB VII

Die im Folgenden aufgeführten TAB-Arbeitsberichte, TAB-Diskussions- und TAB-Hintergrundpapiere können schriftlich per E-Mail oder Fax im Sekretariat des TAB kostenlos bestellt werden. Bitte beachten Sie aber, dass ein Großteil der hier aufgeführten Publikationen mittlerweile vergriffen ist. Zahlreiche TAB-Arbeitsberichte sind allerdings in der Reihe »Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag« bei edition sigma, teilweise auch in anderen Verlagen, erschienen und weiterhin über den Buchhandel zu beziehen. Außerdem findet sich im Webangebot des TAB unter »[www.tab.fzk.de/de/publikation.htm](http://www.tab.fzk.de/de/publikation.htm)« eine vollständige Liste der Publikationen mit der Möglichkeit des Downloads von Zusammenfassungen und ausgewählten Berichten sowie des TAB-Briefs. Der TAB-Brief erscheint in der Regel zweimal pro Jahr. Er informiert über das Arbeitsprogramm des TAB und berichtet über die Ergebnisse von Projekten und aktuelle Aktivitäten. Näheres findet man auf der Internetseite »[www.tab.fzk.de/de/tabbrief.htm](http://www.tab.fzk.de/de/tabbrief.htm)«.

---

## TAB-ARBEITSBERICHTE

|         |  |            |
|---------|--|------------|
| NR. 112 | Biobanken für die humanmedizinische Forschung und Anwendung (Endbericht zum TA-Projekt)  | Dez. 2006  |
| NR. 111 | Perspektiven eines CO <sub>2</sub> - und emissionsarmen Verkehrs – Kraftstoffe und Antriebe im Überblick (Vorstudie zum TA-Projekt)                                    | Juli 2006  |
| NR. 110 | Tätigkeitsbericht 2005   | Juni 2006  |
| NR. 109 | Akademische Spin-offs in Ost- und Westdeutschland und ihre Erfolgsbedingungen (Politikbenchmarking)  | Mai 2006   |
| NR. 108 | Potenziale und Anwendungsperspektiven der Bionik (Vorstudie)   | April 2006 |
| NR. 107 | eLearning in Forschung, Lehre und Weiterbildung in Deutschland (Sachstandsbericht zum Monitoring »eLearning«)  | März 2006  |
| NR. 106 | Precision Agriculture (2. Bericht zum TA-Projekt »Moderne Agrartechniken und Produktionsmethoden – ökonomische und ökologische Potenziale«)                            | Dez. 2005  |
| NR. 105 | eLearning in der beruflichen Aus- und Weiterbildung (Sachstandsbericht zum Monitoring »eLearning«)   | Dez. 2005  |
| NR. 104 | TA-Projekt »Grüne Gentechnik – transgene Pflanzen der 2. und 3. Generation« (Endbericht)   | Juli 2005  |
| NR. 103 | Alternative Kulturpflanzen und Anbauverfahren (1. Bericht zum TA-Projekt »Moderne Agrartechniken und Produktionsmethoden – ökonomische und ökologische Potenziale«)    | Juni 2005  |
| NR. 102 | Tätigkeitsbericht 2004   | Juli 2005  |
| NR. 101 | TA-Projekt »Zukunftstrends im Tourismus« (Endbericht)  | Mai 2005   |
| NR. 100 | Internet und Demokratie (Endbericht zum TA-Projekt »Analyse netzbasierter Kommunikation unter kulturellen Aspekten«)   | Mai 2005   |
| NR. 99  | Nachfrageorientierte Innovationspolitik« (Politikbenchmarking)   | Juni 2006  |
| NR. 98  | TA-Projekt »Reduzierung der Flächeninanspruchnahme – Ziele, Maßnahmen, Wirkungen« (Endbericht)   | Juni 2006  |
| NR. 97  | Leichter-als-Luft-Technologie – Innovations- und Anwendungspotenziale (Sachstandsbericht)  | Nov. 2004  |
| NR. 96  | Partizipative Verfahren der Technikfolgen-Abschätzung und parlamentarische Politikberatung – Neue Formen des Dialogs zwischen Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit | Okt. 2004  |
| NR. 95  | Tätigkeitsbericht 2003   | Sep. 2004  |
| NR. 94  | Präimplantationsdiagnostik – Praxis und rechtliche Regulierung in sieben ausgewählten Ländern (Sachstandsbericht)  | Feb. 2004  |

|        |  |           |
|--------|--|-----------|
| NR. 93 | Biometrie und Ausweisdokumente – Leistungsfähigkeit, politische Rahmenbedingungen, rechtliche Ausgestaltung (2. Sachstandsbericht)   | Dez. 2003 |
| NR. 92 | TA-Projekt »Nanotechnologie« (Endbericht)  | Juli 2003 |
| NR. 91 | Tätigkeitsbericht 2002   | Juni 2003 |
| NR. 90 | Qualität, Regionalität und Verbraucherinformation bei Nahrungsmitteln (Zusammenfassender Endbericht zum TA-Projekt »Entwicklungstendenzen bei Nahrungsmittelangebot und -nachfrage und ihre Folgen«) (nur als PDF-Datei abrufbar)                                    | Juni 2003 |
| NR. 89 | Potenziale für eine verbesserte Verbraucherinformation (Endbericht zum TA-Projekt »Entwicklungstendenzen bei Nahrungsmittelangebot und -nachfrage und ihre Folgen«)  | Mai 2003  |
| NR. 88 | Potenziale zum Ausbau der regionalen Nahrungsmittelversorgung (Endbericht zum TA-Projekt »Entwicklungstendenzen bei Nahrungsmittelangebot und -nachfrage und ihre Folgen«)   | Apr. 2003 |
| NR. 87 | Potenziale zur Erhöhung der Nahrungsmittelqualität (Endbericht zum TA-Projekt »Entwicklungstendenzen bei Nahrungsmittelangebot und -nachfrage und ihre Folgen«)  | Apr. 2003 |
| NR. 86 | Langzeit- und Querschnittsfragen in europäischen Regierungen und Parlamenten (aus dem TAB-Arbeitsbereich »Konzepte und Methoden«)  | Feb. 2003 |
| NR. 85 | Militärische Nutzung des Weltraums und Möglichkeiten der Rüstungskontrolle im Weltraum (Sachstandsbericht)   | Feb. 2003 |
| NR. 84 | Möglichkeiten geothermischer Stromerzeugung in Deutschland (Sachstandsbericht)   | Feb. 2003 |
| NR. 83 | Monitoring »Technikakzeptanz und Kontroversen über Technik« – Positive Veränderung des Meinungsklimas – konstante Einstellungsmuster (Ergebnisse einer repräsentativen Umfrage des TAB zur Einstellung der deutschen Bevölkerung zur Technik) (3. Sachstandsbericht) | Nov. 2002 |
| NR. 82 | Gesundheitliche und ökologische Aspekte bei mobiler Telekommunikation und Sendeanlagen – wissenschaftlicher Diskurs, regulatorische Erfordernisse und öffentliche Debatte (Sachstandsbericht)  | Nov. 2002 |
| NR. 81 | TA-Projekt »Entwicklungstendenzen von Nahrungsmittelangebot und -nachfrage und ihre Folgen« (Basisanalysen)  | Aug. 2002 |
| NR. 80 | Tätigkeitsbericht 2001   | Sep. 2002 |
| NR. 79 | Monitoring »Maßnahmen für eine nachhaltige Energieversorgung im Bereich Mobilität« (Sachstandsbericht)   | Juni 2002 |
| NR. 78 | TA-Projekt »E-Commerce« (Endbericht)   | Juni 2002 |
| NR. 77 | TA-Projekt »Tourismus in Großschutzgebieten – Wechselwirkungen und Kooperationsmöglichkeiten zwischen Naturschutz und regionalem Tourismus« (Endbericht)   | März 2002 |
| NR. 76 | Biometrische Identifikationssysteme (Sachstandsbericht)  | Feb. 2002 |
| NR. 75 | Kernfusion (Sachstandsbericht)   | März 2002 |
| NR. 74 | TA-Projekt »Neue Medien und Kultur« – Bisherige und zukünftige Auswirkungen der Entwicklung Neuer Medien auf den Kulturbegriff, die Kulturpolitik, die Kulturwirtschaft und den Kulturbetrieb (Vorstudie)  | Nov. 2001 |
| NR. 73 | TA-Projekt »Bioenergieträger und Entwicklungsländer« (Endbericht)  | Nov. 2001 |
| NR. 72 | Tätigkeitsbericht 2000   | Okt. 2001 |
| NR. 71 | Folgen von Umwelt- und Ressourcenschutz für Ausbildung, Qualifikation und Beschäftigung (Vorstudie)  | Mai 2001  |
| NR. 70 | Tätigkeitsbericht des TAB für die Zeit vom 01.09.1998 bis 31.12.1999   | Dez. 2000 |

|        |  |           |
|--------|--|-----------|
| NR. 69 | TA-Projekt »Elemente einer Strategie für eine nachhaltige Energieversorgung« (Vorstudie)   | Dez. 2000 |
| NR. 68 | Risikoabschätzung und Nachzulassungs-Monitoring transgener Pflanzen (Sachstandsbericht)  | Nov. 2000 |
| NR. 67 | TA-Projekt »Brennstoffzellen-Technologie« (Endbericht)   | Juni 2000 |
| NR. 66 | Stand und Perspektiven der genetischen Diagnostik (Sachstandsbericht)  | Apr. 2000 |
| NR. 65 | TA-Projekt »Klonen von Tieren« (Endbericht)  | März 2000 |
| NR. 64 | TA-Monitoring »Xenotransplantation« (Sachstandsbericht)  | Dez. 1999 |
| NR. 63 | TA-Projekt »Umwelt und Gesundheit« (Endbericht)  | Sep. 1999 |
| NR. 62 | TA-Projekt »Neue Materialien zur Energieeinsparung und zur Energieumwandlung« (Vorstudie)  | Juli 1999 |
| NR. 61 | Monitoring »Nachwachsende Rohstoffe« – Einsatz nachwachsender Rohstoffe im Wohnungsbau (4. Sachstandsbericht)  | Juli 1999 |
| NR. 60 | Tätigkeitsbericht des TAB für die Zeit vom 01.09.1997 bis 31.08.1998   | Juli 1999 |
| NR. 59 | TA-Projekt »Entwicklung und Folgen des Tourismus« (Bericht zum Abschluss der Phase II)   | März 1999 |
| NR. 58 | TA-Projekt »Forschungs- und Technologiepolitik für eine nachhaltige Entwicklung« (Zwischenbericht)   | Juni 1998 |
| NR. 57 | Tätigkeitsbericht des TAB für die Zeit vom 01.09.1996 bis 31.08.1997   | Apr. 1998 |
| NR. 56 | TA-Projekt »Entwicklung und Analyse von Optionen zur Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger« (Endbericht)   | Okt. 1998 |
| NR. 55 | TA-Projekt »Gentechnik, Züchtung und Biodiversität« (Endbericht)   | Apr. 1998 |
| NR. 54 | Monitoring »Technikakzeptanz und Kontroversen über Technik« – Ambivalenz und Widersprüche: Die Einstellung der deutschen Bevölkerung zur Technik (Ergebnisse einer repräsentativen Umfrage des TAB) (2. Sachstandsbericht) | Dez. 1997 |
| NR. 53 | Monitoring »Nachwachsende Rohstoffe« – Pflanzliche Öle und andere Kraftstoffe aus Pflanzen (3. Sachstandsbericht)  | Nov. 1997 |
| NR. 52 | TA-Projekt »Entwicklung und Folgen des Tourismus« (Bericht zum Abschluss der Phase I)  | Okt. 1997 |
| NR. 51 | Monitoring »Zum Entwicklungsstand der Brennstoffzellen-Technologie« (Sachstandsbericht)  | Sep. 1997 |
| NR. 50 | Monitoring »Forschungs- und Technologiepolitik für eine nachhaltige Entwicklung« (Sachstandsbericht)   | Juni 1997 |
| NR. 49 | Monitoring »Nachwachsende Rohstoffe« – Vergasung und Pyrolyse von Biomasse (2. Sachstandsbericht)  | Apr. 1997 |
| NR. 48 | Tätigkeitsbericht des TAB für die Zeit vom 01.09.1995 bis 31.08.1996   | Feb. 1997 |
| NR. 47 | Vorstudie zum TA-Projekt »Umwelt und Gesundheit«   | März 1997 |
| NR. 46 | Monitoring »Stand und Perspektiven der Katalysatoren- und Enzymtechnik« (Sachstandsbericht)  | Dez. 1996 |
| NR. 45 | TA-Projekt »Kontrollkriterien für die Bewertung und Entscheidung bezüglich neuer Technologien im Rüstungsbereich« (Endbericht)   | Sep. 1996 |
| NR. 44 | Machbarkeitsstudie zu einem »Forum für Wissenschaft und Technik« (Endbericht)  | Sep. 1996 |

|        |  |           |
|--------|--|-----------|
| NR. 43 | TA-Projekt »Möglichkeiten und Probleme bei der Verfolgung und Sicherung nationaler und EG-weiter Umweltschutzziele im Rahmen der europäischen Normung« (Endbericht)                        | Sep. 1996 |
| NR. 42 | Monitoring »Exportchancen für Techniken zur Nutzung regenerativer Energien« (Sachstandsbericht)  | Aug. 1996 |
| NR. 41 | Monitoring »Nachwachsende Rohstoffe« – Verbrennung von Biomasse zur Wärme- und Stromgewinnung (1. Sachstandsbericht)   | Juli 1996 |
| NR. 40 | Monitoring »Gentherapie« – Die rechtliche Regelung der Gentherapie im Ausland – eine Dokumentation (2. Sachstandsbericht)  | Apr. 1996 |
| NR. 39 | TA-Monitoring »Stand der Technikfolgen-Abschätzung im Bereich der Medizintechnik«  | Apr. 1996 |
| NR. 38 | TA-Studien im Bereich Informationstechnologie – eine Auswertung von sechs Studien europäischer parlamentarischer TA-Einrichtungen  | Jan. 1996 |
| NR. 37 | Tätigkeitsbericht des TAB für die Zeit vom 01.09.1994 bis 31.08.1995   | Jan. 1996 |
| NR. 36 | Deutschlands Erdgaswirtschaft im europäischen Verbund (Energiemonitoring zu aktuellen Fragen der Energiepolitik)   | Juni 1995 |
| NR. 35 | TA-Projekt »Umwelttechnik und wirtschaftliche Entwicklung« – Integrierte Umwelttechnik: Chancen erkennen und nutzen (Endbericht)   | Nov. 1995 |
| NR. 34 | TA-Projekt »Auswirkungen moderner Biotechnologien auf Entwicklungsländer und Folgen für die zukünftige Zusammenarbeit zwischen Industrie- und Entwicklungsländern« (Endbericht)            | Mai 1995  |
| NR. 33 | Multimedia – Mythen, Chancen und Herausforderungen (Endbericht)  | Mai 1995  |
| NR. 32 | TA-Projekt »Neue Werkstoffe« (Endbericht)  | Jan. 1995 |
| NR. 31 | Tätigkeitsbericht des TAB für die Zeit vom 01.09.1993 bis 31.08.1994   | Okt. 1994 |
| NR. 30 | TA-Projekt »Umwelttechnik und wirtschaftliche Entwicklung« (Zwischenbericht)   | Sep. 1994 |
| NR. 29 | Sicherung einheimischer Energiequellen in Europa: Ein Ländervergleich im Binnenmarkt (Energiemonitoring zu aktuellen Fragen der Energiepolitik)  | Aug. 1994 |
| NR. 28 | TA-Monitoring Bericht III – »Informations- und Kommunikationstechnologien – Ausgewählte Technology Assessments des OTA –« (Auswertung von sieben OTA-Studien)                              | Juni 1994 |
| NR. 27 | TA-Projekt »Möglichkeiten und Probleme bei der Verfolgung und Sicherung nationaler und EG-weiter Umweltschutzziele im Rahmen der Europäischen Normung« (Bericht zum Stand der Arbeit)      | Juni 1994 |
| NR. 26 | TA-Projekt »Neue Werkstoffe« (Endbericht) (Langfassung)  | Juni 1994 |
| NR. 25 | Monitoring »Gentherapie« – Stand und Perspektiven naturwissenschaftlicher und medizinischer Problemlösungen bei der Entwicklung genterapeutischer Heilmethoden (1. Sachstandsbericht)      | Mai 1994  |
| NR. 24 | Monitoring »Technikakzeptanz und Kontroverse über Technik« – Ist die deutsche Öffentlichkeit 'technikfeindlich'? (Ergebnisse der Meinungs- und der Medienforschung) (1. Sachstandsbericht) | März 1994 |
| NR. 23 | Auf dem Weg zu einem Europäischen Binnenmarkt für leitungsgebundene Energie (Energiemonitoring zu aktuellen Fragen der Energiepolitik)   | Jan. 1994 |
| NR. 22 | TA-Projekt »Neue Werkstoffe« – Wege zur integrierten Werkstoffforschung (Zwischenbericht)  | Jan. 1994 |
| NR. 21 | Tätigkeitsbericht des TAB für die Zeit vom 01.07.1992 bis 31.08.1993   | Sep. 1993 |
| NR. 20 | Biologische Sicherheit bei der Nutzung der Gentechnik (Endbericht)   | Aug. 1993 |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| NR. 19   | TA-Monitoring Bericht II – Technikfolgen-Abschätzung zu neuen Biotechnologien (Auswertung ausgewählter Studien ausländischer parlamentarischer TA-Einrichtungen)  | Juli 1993 |
| NR. 18   | TA-Projekt »Genomanalyse« – Chancen und Risiken genetischer Diagnostik (Endbericht)   | Sep. 1993 |
| NR. 17   | TA-Projekt »Grundwasserschutz und Wasserversorgung« – Entwicklungsperspektiven der Wasserwirtschaft (Zusammenfassender Endbericht)  | Dez. 1993 |
| NR. 17   | TA-Projekt »Grundwasserschutz und Wasserversorgung« – Zukunftsperspektiven der Wasserversorgung (Teilbericht VI)  | Mai 1993  |
| NR. 17   | TA-Projekt »Grundwasserschutz und Wasserversorgung« – Grundwasserdefizitgebiet durch Braunkohlentagebau in den neuen Bundesländern (Teilbericht V)  | Sep. 1993 |
| NR. 17   | TA-Projekt »Grundwasserschutz und Wasserversorgung« – Grundwassersanierung (Teilbericht IV)   | Juni 1993 |
| NR. 17   | TA-Projekt »Grundwasserschutz und Wasserversorgung« – Problemanalyse zum Grundwasserschutz im Verkehrssektor (Teilbericht III)  | Juni 1993 |
| NR. 17   | TA-Projekt »Grundwasserschutz und Wasserversorgung« – Vorsorgestrategien zum Grundwasserschutz für den Bausektor (Teilbericht II)   | Dez. 1993 |
| NR. 17   | TA-Projekt »Grundwasserschutz und Wasserversorgung« – Vorsorgestrategien zum Grundwasserschutz für den Bereich Landwirtschaft (Teilbericht I) (Kurz- und Langfassung)   | Dez. 1993 |
| NR. 16   | TA-Projekt »Abfallvermeidung und Hausmüllentsorgung« – Vermeidung und Verminderung von Haushaltsabfällen«. Abfallvermeidung: Strategien, Instrumente und Bewertungskriterien (Endbericht) (Kurz- und Langfassung) | Juli 1993 |
| NR. 15   | »Neue Werkstoffe« – Politische Herausforderung und technologische Chancen (Hintergrundpapier)   | Nov. 1992 |
| NR. 14   | Technikfolgen-Abschätzung zum Raumtransportsystem »SÄNGER«  | Okt. 1992 |
| NR. 13   | TA-Projekt »Risiken bei einem verstärkten Wasserstoffeinsatz« (Kurz- und Langfassung)   | Nov. 1992 |
| NR. 12   | Beobachtung der technisch-wissenschaftlichen Entwicklung (Ergebnisse des dritten Technikreports des FhG-ISI im Auftrag des TAB)   | Aug. 1992 |
| NR. 11   | Tätigkeitsbericht des TAB für den Zeitraum vom 01.04.1991 bis 30.06.1992  | Aug. 1992 |
| NR. 10   | TA-Projekt »Grundwasserschutz und Wasserversorgung« zum Untersuchungsbereich »Vorsorgestrategien zum Schutz des Grundwassers im Verursacherbereich Landwirtschaft« (Zwischenbericht) (Langfassung)                | Mai 1992  |
| NR. 10   | TA-Projekt »Grundwasserschutz und Wasserversorgung« zum Untersuchungsbereich »Vorsorgestrategien zum Schutz des Grundwassers im Verursacherbereich Landwirtschaft« (Zwischenbericht) (Kurzfassung)                | Apr. 1992 |
| NR. 9    | Projekt »Biologische Sicherheit bei der Nutzung der Gentechnik« (Zwischenbericht)   | Jan. 1992 |
| NR. 8    | TA-Projekt »Abfallvermeidung und Hausmüllentsorgung« – Vermeidung und Verminderung von Haushaltsabfällen (Vorstudie) (Langfassung)  | Mai 1992  |
| NR. 8    | TA-Projekt »Abfallvermeidung und Hausmüllentsorgung« – Vermeidung und Verminderung von Haushaltsabfällen (Vorstudie) (Kurzfassung)  | Jan. 1992 |
| NR. 7    | TA-Relevanz ausgewählter Teilgebiete im Bereich »Neue Werkstoffe« (Gutachten des FhG-INT im Auftrag des TAB)  | Jan. 1992 |
| NR. 6/91 | Beobachtung der technisch-wissenschaftlichen Entwicklung (Ergebnisse des zweiten Technikreports des FhG-ISI im Auftrag des TAB)   | Nov. 1991 |
| NR. 5/91 | TA-Monitoring Bericht I – Parlamentarische Einrichtungen und ihre gegenwärtigen Themen  | Sep. 1991 |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| NR. 4/91 | Beobachtung der technisch-wissenschaftlichen Entwicklung<br>(Ergebnisse des ersten Technikreports des FhG-ISI im Auftrag des TAB) | Juni 1991 |
| NR. 3/91 | Tätigkeitsbericht des TAB zum 31.03.1991 (Kurzfassung)  | Mai 1991  |
| NR. 2/91 | Konzeption für das TA-Projekt »Grundwasserschutz und Wasserversorgung«  | Apr. 1991 |
| NR. 2/91 | Ergänzung der Konzeption für das TA-Projekt »Grundwasserschutz und Wasserversorgung«  | Sep. 1991 |
| NR. 1/91 | Das Raumtransportsystem SÄNGER – Billiger in den Orbit?<br>(Vorstudie für eine TA)  | Apr. 1991 |

---

## TAB-DISKUSSIONSPAPIERE

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| NR. 11   | Risikoregulierung bei unsicherem Wissen: Diskurse und Lösungsansätze<br>(Dokumentation zum TAB-Workshop »Die Weiterentwicklung des gesundheitlichen Verbraucherschutzes als ressortübergreifende Aufgabe«)  | März 2005 |
| NR. 10   | Pro und Kontra der Trennung von Risikobewertung und Risikomanagement –<br>Diskussionsstand in Deutschland und Europa (Gutachten im Rahmen des<br>TAB-Projektes »Strukturen der Organisation und Kommunikation im Bereich<br>der Erforschung übertragbarer spongiformer Enzephalopathien [TSE]«) | Juli 2002 |
| NR. 9    | Neue Herausforderungen für die deutsche TSE-Forschung und ihre Förderung  | Juli 2002 |
| NR. 8    | Technikfolgen-Abschätzung und Diffusionsforschung – ein Diskussionsbeitrag  | März 2000 |
| NR. 7    | Monitoring »Technikakzeptanz und Kontroversen über Technik« –<br>Technikakzeptanz aus der Sicht der Industrie (nicht veröffentlicht)  | Jan. 1996 |
| NR. 6    | Diskurse über Technik – Öffentliche Technikkontroversen und Technikfolgen-<br>Abschätzung als Erscheinungen reflexiver Modernisierung   | Mai 1994  |
| NR. 5    | Die Konzeption der Environmental Protection Agency zur Grundwasser- und<br>Altlastensanierung: Superfund  | Jan. 93   |
| NR. 4    | Internationale Ausrichtung und Beobachtung der Forschung in Ost- und<br>Westdeutschland. Eine bibliometrische Studie zu Aspekten der Technikgenese<br>im vereinten Deutschland  | Jan. 1993 |
| NR. 3    | Gentechnologie und Genomanalyse aus der Sicht der Bevölkerung –<br>Ergebnis einer Bevölkerungsumfrage des TAB   | Dez. 1992 |
| NR. 2    | Das Bild der »Biotechnischen Sicherheit« und der »Genomanalyse« in der<br>deutschen Tagespresse (1988-1990) (Gutachten im Auftrag des TAB)  | März 1992 |
| NR. 1/91 | Technikfolgen-Abschätzung und Umweltverträglichkeitsprüfung: Konzepte<br>und Entscheidungsbezug – ein Vergleich zweier Instrumente der Technik- und<br>Umweltpolitik (aus dem TAB-Arbeitsbereich »Konzepte und Methoden«)   | Okt. 1991 |

---

## TAB-HINTERGRUNDPAPIERE

|        |   |            |
|--------|---|------------|
| NR. 15 | Staatliche Förderstrategien für die Neurowissenschaften<br>Programme und Projekte im internationalen Vergleich  | April 2006 |
| NR. 14 | eLearning in Forschung, Lehre und Weiterbildung im Ausland<br>(Sachstandsbericht zum Monitoring »eLearning«)  | April 2006 |
| NR. 13 | Pharmakogenetik (Sachstandsbericht im Rahmen des Monitoring<br>»Gendiagnostik/Gentherapie«)   | Sep. 2005  |
| NR. 12 | Stand und Perspektiven des Einsatzes von moderner Agrartechnik im<br>ökologischen Landbau   | Dez. 2004  |
| NR. 11 | eLearning – europäische eLearning-Aktivitäten: Programme, Projekte<br>und Akteure   | Dez. 2004  |
| NR. 10 | Instrumente zur Steuerung der Flächennutzung – Auswertung einer Befragung<br>der interessierten und betroffenen Akteure   | Apr. 2004  |
| NR. 9  | Technologische Trends bei Getränkeverpackungen und ihre Relevanz für<br>Ressourcenschonung und Kreislaufwirtschaft  | Aug. 2002  |
| NR. 8  | Innovationsbedingungen des E-Commerce – der elektronische Handel mit<br>digitalen Produkten   | März 2002  |
| NR. 7  | Innovationsbedingungen des E-Commerce – die technischen<br>Kommunikationsinfrastrukturen für den elektronischen Handel  | Feb. 2002  |
| NR. 6  | Innovationsbedingungen des E-Commerce – das Beispiel Produktion<br>und Logistik   | Dez. 2001  |
| NR. 5  | Kooperationsformen von Naturschutz und regionalem Tourismus –<br>Projektbeispiele   | Aug. 2001  |
| NR. 4  | Functional Food – Funktionelle Lebensmittel (Gutachten im Auftrag des TAB)  | Sep. 1999  |
| NR. 3  | Neue Rohstoffe für neue Werkstoffe – eine Bestandsaufnahme  | Juli 1994  |
| NR. 2  | Anwendungspotentiale der Pränatalen Diagnose aus der Sicht von Beratern<br>und Beratern – unter besonderer Berücksichtigung der derzeitigen und zu-<br>künftig möglichen Nutzung genetischer Tests (Gutachten im Auftrag des TAB) | Jan. 1994  |
| NR. 1  | Auswertung des Workshops »Grundwassergefährdungspotentiale<br>im Bausektor«   | Apr. 1993  |

---

**DIE STUDIEN DES BÜROS FÜR TECHNIKFOLGEN-ABSCHÄTZUNG  
VERLEGT BEI EDITION SIGMA**

|        |  |      |
|--------|--|------|
| BD. 19 | Th. Petermann, Ch. Revermann, C. Scherz<br><i>Zukunftstrends im Tourismus</i>  | 2006 |
| BD. 18 | A. Grunwald, G. Banse, Ch. Coenen, L. Hennen<br><i>Netzöffentlichkeit und digitale Demokratie. Tendenzen politischer Kommunikation im Internet</i>                                 | 2006 |
| BD. 17 | L. Hennen, A. Sauter<br><i>Begrenzte Auswahl? Praxis und Regulierung der Präimplantationsdiagnostik im Ländervergleich</i>   | 2004 |
| BD. 16 | Th. Petermann, Ch. Coenen, R. Grünwald<br><i>Aufrüstung im All. Technologische Optionen und politische Kontrolle</i>   | 2004 |
| BD. 15 | Ch. Revermann<br><i>Risiko Mobilfunk. Wissenschaftlicher Diskurs, öffentliche Debatte und politische Rahmenbedingungen</i>   | 2003 |
| BD. 14 | U. Riehm, Th. Petermann, C. Orwat, Ch. Coenen, Ch. Revermann, C. Scherz, B. Wingert<br><i>E-Commerce in Deutschland. Eine kritische Bestandsaufnahme zum elektronischen Handel</i> | 2003 |
| BD. 13 | Ch. Revermann, Th. Petermann<br><i>Tourismus in Großschutzgebieten. Impulse für eine nachhaltige Regionalentwicklung</i>   | 2003 |
| BD. 12 | H. Paschen, B. Wingert, Ch. Coenen, G. Banse<br><i>Kultur – Medien – Märkte. Medienentwicklung und kultureller Wandel</i>  | 2002 |
| BD. 11 | R. Meyer, J. Börner<br><i>Bioenergieträger – eine Chance für die »Dritte Welt«. Verfahren – Realisierung – Wirkungen</i>   | 2002 |
| BD. 10 | L. Hennen, Th. Petermann, A. Sauter<br><i>Das genetische Orakel. Prognosen und Diagnosen durch Gentests – eine kritische Bilanz</i>  | 2001 |
| BD. 9  | Ch. Revermann, L. Hennen<br><i>Das maßgeschneiderte Tier. Klonen in Biomedizin und Tierzucht</i>   | 2001 |
| BD. 8  | R. Meyer, A. Sauter<br><i>Gesundheitsförderung statt Risikoprävention. Umweltbeeinflusste Erkrankungen als politische Herausforderung</i>  | 2000 |
| BD. 7  | Th. Petermann (unter Mitarbeit von Ch. Wennrich)<br><i>Folgen des Tourismus – Tourismuspolitik im Zeitalter der Globalisierung (2)</i>   | 1999 |
| BD. 6  | R. Meyer, Ch. Revermann, A. Sauter<br><i>Biologische Vielfalt in Gefahr? – Gentechnik in der Pflanzenzüchtung</i>  | 1998 |
| BD. 5  | Th. Petermann (unter Mitarbeit von Ch. Hutter und Ch. Wennrich)<br><i>Folgen des Tourismus – Gesellschaftliche, ökologische und technische Dimensionen (1)</i>                     | 1998 |
| BD. 4  | L. Hennen, Ch. Katz, H. Paschen, A. Sauter<br><i>Präsentation von Wissenschaft im gesellschaftlichen Kontext – Zur Konzeption eines Forums für Wissenschaft und Technik</i>        | 1997 |
| BD. 3  | Th. Petermann, M. Socher, Ch. Wennrich<br><i>Präventive Rüstungskontrolle bei neuen Technologien. Utopie oder Notwendigkeit?</i>   | 1997 |
| BD. 2  | Ch. Katz, J.J. Schmitt, L. Hennen, A. Sauter<br><i>Biotechnologien für die Dritte Welt – Eine entwicklungspolitische Perspektive?</i>  | 1996 |
| BD. 1  | R. Coenen, S. Klein-Vielhauer, R. Meyer<br><i>Integrierte Umwelttechnik – Chancen erkennen und nutzen</i>  | 1996 |

## WEITERE BUCHPUBLIKATIONEN

- Ch. Rösch, M. Dusseldorp, R. Meyer  
*Precision Agriculture. Landwirtschaft mit Satellit und Sensor*  
Frankfurt a.M.: Deutscher Fachverlag (Edition Agrar) 2006
- Th. Petermann, A. Grunwald (Hg.)  
*Technikfolgen-Abschätzung für den Deutschen Bundestag.*  
*Das TAB – Erfahrungen und Perspektiven wissenschaftlicher Politikberatung*  
Berlin: edition sigma 2005
- H. Paschen, Ch. Coenen, T. Fleischer, R. Grünwald, D. Oertel, Ch. Revermann  
*Nanotechnologie – Forschung, Entwicklung, Anwendung*  
Berlin u.a.O.: Springer 2004
- R. Meyer  
*Der aufgeklärte Verbraucher – Verbesserungspotenziale der Kommunikation über Nahrungsmittel*  
Frankfurt a.M.: Deutscher Fachverlag 2004
- A. Sauter, R. Meyer  
*Regionalität von Nahrungsmitteln in Zeiten der Globalisierung*  
Frankfurt a.M.: Deutscher Fachverlag 2004
- R. Meyer  
*Nahrungsmittelqualität der Zukunft – Handlungsfelder und Optionen*  
Frankfurt a.M.: Deutscher Fachverlag 2004
- R. Meyer, A. Sauter  
*Entwicklungstendenzen bei Nahrungsmittelangebot und -nachfrage. Eine Basisanalyse*  
Frankfurt a.M.: Deutscher Fachverlag 2004
- D. Oertel, T. Fleischer  
*Brennstoffzellen-Technologie: Hoffnungsträger für den Klimaschutz.*  
*Technische, ökonomische und ökologische Aspekte ihres Einsatzes in Verkehr und Energiewirtschaft*  
Berlin: Erich Schmidt 2001
- G. Halbritter, R. Bräutigam, T. Fleischer, S. Klein-Vielhauer, Ch. Kupsch, H. Paschen  
*Umweltverträgliche Verkehrskonzepte – Entwicklung und Analyse von Optionen zur Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger*  
Berlin: Erich Schmidt 1999
- J. Jörissen, (unter Mitarbeit von G. Bechmann)  
*Produktbezogener Umweltschutz und technische Normen – Zur rechtlichen und politischen Gestaltbarkeit der europäischen Normung*  
Köln: Carl Heymanns 1997
- L. Hennen, Th. Petermann, J.J. Schmitt  
*Genetische Diagnostik – Chancen und Risiken*  
Berlin: edition sigma 1996
- U. Riehm, B. Wingert  
*Multimedia – Mythen, Chancen und Herausforderungen*  
Mannheim: Bollmann 1995

- R. Meyer, J. Jörissen, M. Socher  
*Technikfolgen-Abschätzung »Grundwasserschutz und Wasserversorgung«*  
(Band 1 und 2).  
Berlin: Erich Schmidt 1995
- A. Looß, Ch. Katz  
*Abfallvermeidung – Strategien, Instrumente und Bewertungskriterien.*  
Berlin: Erich Schmidt 1995





Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) berät das Parlament und seine Ausschüsse in Fragen des technischen und gesellschaftlichen Wandels. Das TAB ist eine organisatorische Einheit des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des Forschungszentrums Karlsruhe in der Helmholtz-Gemeinschaft. Das TAB arbeitet seit 1990 auf der Grundlage eines Vertrages zwischen dem Forschungszentrum Karlsruhe und dem Deutschen Bundestag und kooperiert zur Erfüllung seiner Aufgaben seit 2003 mit dem FhG-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe.



BÜRO FÜR TECHNIKFOLGEN-ABSCHÄTZUNG  
BEIM DEUTSCHEN BUNDESTAG

Neue Schönhauser Str. 10  
10178 Berlin

Fon +49(0)30/28 491-0  
Fax +49(0)30/28 491-119

[buero@tab.fzk.de](mailto:buero@tab.fzk.de)  
[www.tab.fzk.de](http://www.tab.fzk.de)

ISSN-Internet 2364-2602  
ISSN-Print 2364-2599



**Forschungszentrum Karlsruhe**  
in der Helmholtz-Gemeinschaft