

## BRIEF NR. 39

<hr/>	
<b>TAB INTERN</b>	3
<hr/>	
<b>SCHWERPUNKT: HOPE-, HYPE- UND FEAR-TECHNOLOGIEN</b>	
> Einführung in das Schwerpunktthema	6
> Die neuen Kleider der Demokratie – Internet und Politik	8
> Nanotechnologie: small parts – great future?	15
> Synthetische Biologie: finale Technisierung des Lebens – oder Etikettenschwindel?	23
> Geo- oder Climate Engineering: mit weißer Farbe gegen den Klimawandel?	31
<hr/>	
<b>TA-PROJEKTE</b>	
> Ressortübergreifend und partizipativ: Anforderungen an eine Forschung zur Lösung globaler Ernährungsprobleme	39
> Herausforderung Enhancement – jenseits von Verklärung und Dramatisierung	43
<hr/>	
<b>INNOVATIONSREPORT</b>	
> Nanoelektronik: Folgen der EU-Beihilfepolitik für die europäische Wettbewerbsfähigkeit	44
> Wie kritisch ist die Versorgung der deutschen Wirtschaft mit nichtenergetischen mineralischen Rohstoffen?	48
<hr/>	
<b>TA-AKTIVITÄTEN IM IN- UND AUSLAND</b>	
> PACITA: Ein EU-Projekt zur Förderung parlamentarischer Technikfolgenabschätzung	51
> Deutsche EPTA-Präsidenschaft mit dem Direktorentreffen gestartet	53
<hr/>	
<b>VERFÜGBARE PUBLIKATIONEN</b>	55
<hr/>	

# ARBEITSBEREICHE UND AKTUELLE THEMEN

## TA-PROJEKTE

Elektronische Petitionen und Modernisierung des Petitionswesens in Europa	Ulrich Riehm Knud Böhle Dr. Ralf Lindner, ISI
Technische Optionen zum Management des CO <sub>2</sub> -Kreislaufs	Dr. Reinhard Grünwald Dr. Claudio Caviezel
Anwendungspotenziale der Erdfernerkundung für Entwicklungsländer	Dr. Katrin Gerlinger Dr. Christoph Revermann
Nachhaltigkeit und Parlamente – Bilanz und Perspektiven Rio+20	Dr. Thomas Petermann
Ökologischer Landbau und Biomasse	PD. Dr. Rolf Meyer Marc Dusseldorp Dr. Arnold Sauter
Moderne Stromnetze als Schlüsselement einer nachhaltigen Energieversorgung	Dr. Reinhard Grünwald Dr. Claudio Caviezel
Synthetische Biologie	Dr. Arnold Sauter Dr. Thomas Reiß, ISI Dr. Christoph Revermann
Geoengineering	Dr. Claudio Caviezel Dr. Reinhard Grünwald Dr. Christoph Revermann

## MONITORING

Regenerative Energieträger zur Sicherung der Grundlast in der Stromversorgung – Beiträge, Investitionen und Perspektiven	Dr. Reinhard Grünwald
Gesetzliche Regelungen für den Zugang zur Informationsgesellschaft	Dr. Bernd Beckert, ISI Ulrich Riehm
Nachhaltige Energieversorgung – Lastfolgefähigkeit deutscher Kernkraftwerke	Dr. Reinhard Grünwald Dr. Claudio Caviezel

## INNOVATIONSREPORT

Weißer Biotechnologie	Dr. Bärbel Hüsing, ISI
Technischer Fortschritt im Gesundheitswesen: Quelle für Kostensteigerungen oder Chance für Kostensenkungen?	Dr. Tanja Bratan, ISI Dr. Thomas Reiß, ISI
Die Versorgung der deutschen Wirtschaft mit Roh- und Werkstoffen für Hochtechnologien	Dr. Carsten Gandenberger, ISI
Zukunft der Automobilindustrie	Dr. Wolfgang Schade, ISI
Konzepte der Elektromobilität und deren Bedeutung für Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt	Dr. Anja Peters, ISI Dr. Reinhard Grünwald

# TAB-INTERN

## TAB-PROJEKT »STROMAUSFALL« – ÖFFENTLICHES FACHGESPRÄCH IM DEUTSCHEN BUNDESTAG

Die Ergebnisse des TAB-Projekts »Gefährdung und Verletzbarkeit moderner Gesellschaften – am Beispiel eines langandauernden und großräumigen Ausfalls der Stromversorgung« wurden am 25. Mai 2011 in einer gemeinsamen öffentlichen Veranstaltung des Innen- und Forschungsausschusses präsentiert und mit Sachverständigen und der interessierten Öffentlichkeit diskutiert.

Räumlich begrenzte und kurzfristige Stromausfälle in Europa und Nordamerika haben in den letzten Jahren vor Augen geführt, wie schnell die Unterbrechung der Stromversorgung zu massiven Versorgungsstörungen, Gefährdungen der öffentlichen Ordnung sowie Schäden in Milliardenhöhe führen kann.

Das TAB wurde beauftragt zu untersuchen, wie sich ein langandauernder und großflächiger Stromausfall auf die Gesellschaft und ihre Kritischen Infrastrukturen auswirken könnte und wie Deutschland auf eine solche Großschadenslage vorbereitet ist.

Bei der Präsentation der Projektergebnisse machte der Projektleiter, Dr. Thomas Petermann, deutlich, dass bereits nach wenigen Tagen im betroffenen Gebiet die bedarfsgerechte Versorgung der Bevölkerung mit (lebens)notwendigen Gütern und Dienstleistungen nicht mehr sicherzustellen ist. Er betonte, dass große Anstrengungen erforderlich seien, um die Durchhaltefähigkeit Kritischer Infrastrukturen zu erhöhen sowie die Kapazitäten des nationalen Systems des Katastrophenmanagements weiter zu optimieren. Besonders wichtig sei es, die Sensibilität für diese Thematik in Wirtschaft und Bevölkerung zu steigern. In der anschließenden lebhaften Diskussion mit geladenen Experten und einem zahlreich erschienenen interes-

sierten und fachkundigen Publikum unterstützte u.a. der Präsident des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, Christoph Unger, die wesentlichen Diagnosen und Schlussfolgerungen des TAB. Auch die Vertreter der Bundestagsfraktionen nahmen den TAB-Bericht zustimmend zur Kenntnis und kündigten an, diese Thematik in den Fachausschüssen intensiv zu behandeln.

Das Fachgespräch wurde vom Parlamentsfernsehen aufgezeichnet. Die Aufzeichnung ist über die Mediathek des Bundestages verfügbar.

## TAB-BERICHTE IM BUNDESTAG

Nachdem TAB-Mitarbeiter bereits Mitte letzten Jahres von der Arbeitsgruppe Arbeit und Soziales der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN eingeladen wurden, um über die wesentlichen Schlussfolgerungen des TAB-Arbeitsberichts Nr. 129 zu »Chancen und Perspektiven behinderungskompensierender Technologien am Arbeitsplatz« zu berichten, bildete der Bericht eine wichtige Grundlage für die weitere politische Befassung mit der Thematik. Bezugnehmend auf den TAB-Bericht stellten Mitglieder der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN im Februar 2011 eine Kleine Anfrage an die Bundesregierung zur »Forschung an behinderungskompensierenden Technologien am Arbeitsplatz« (Drs. 17/4169). In der Antwort der Bundesregierung bestätigt diese, dass sie wesentliche Einschätzungen des TAB teile, insbesondere zum hohen Potenzial neuer Technologien. Die Bundesregierung weist darauf hin, dass sie bereits zentralen Forderungen des TAB-Berichts nachkomme, der Bund jedoch in einigen Bereichen – insbesondere im Kontext der Barrierefreiheit – keine Zuständigkeit habe (Drs. 17/4622). Im Mai 2011 wurde der TAB-Arbeitsbericht Nr. 129 im Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgen-

abschätzung (ABFTA) abschließend beraten und zur Kenntnis genommen.

Nach Präsentation und Abnahme im ABFTA im Januar 2011 sind die TAB-Arbeitsberichte Nr. 137 »Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Wirtschaft im Hinblick auf die EU-Beihilfepolitik – am Beispiel der Nanoelektronik« und Nr. 140 »Zukunftspotenziale und Strategien nichtforschungsintensiver Industrien in Deutschland – Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung« als Bundestagsdrucksachen 17/4982 und 17/4983 erschienen.

Der TAB-Arbeitsbericht Nr. 141 »Gefährdung und Verletzbarkeit moderner Gesellschaften – am Beispiel eines großräumigen und langandauernden Ausfalls der Stromversorgung« ist im April 2011 im ABFTA abgenommen worden. Es wurde beschlossen, die Ergebnisse des Projekts im Rahmen eines öffentlichen Fachgesprächs vorzustellen (s.o.). Der Bericht wurde als Bundestagsdrucksache 17/5672 veröffentlicht.

Am 11. Mai 2011 wurde der TAB-Arbeitsbericht Nr. 142 »Welchen Beitrag kann die Forschung zur Lösung des Welternährungsproblems leisten?« im ABFTA abgenommen.

## NEUE VERÖFFENTLICHUNGEN

### CHANCEN UND HERAUSFORDERUNGEN NEUER ENERGIEPFLANZEN

Der TAB-Bericht analysiert mögliche (Flächen-)Konkurrenzen im nationalen und internationalen Maßstab, beschreibt Herausforderungen eines umweltverträglichen Anbaus sowie der Zertifizierung biogener Energieträger. Anschaulich dargestellt werden die Vielfalt und Komplexität der Wirkungszusammenhänge in Abhängigkeit u.a. von Ausbauzielen, Förderstra-

tegien, technischen Entwicklungen, globalen Handelsbedingungen, Agrarstruktur und landwirtschaftlicher Bewirtschaftungsintensität. Daraus werden vier grundsätzliche, alternative Handlungsperspektiven der zukünftigen Energiepflanzennutzung mit ihren jeweils spezifischen Vor- und Nachteilen abgeleitet:

- *Priorität für Biokraftstoffe beibehalten:* Im Mittelpunkt steht hier das Festhalten an dem bindenden Ausbauziel von 10 % Biokraftstoffanteil für die EU und dem deutschen Ausbauziel von 12 bis 15 % (jeweils für das Jahr 2020). Damit verbunden ist das Ziel, einen Beitrag des Verkehrsbereiches zur Reduktion von Klimagasemissionen zu leisten sowie eine höhere Versorgungssicherheit zu erreichen.
- *Priorität auf Strom- und Wärmeenergieerzeugung aus Energiepflanzen verschieben:* Diese Ausrichtung zielt darauf, die landwirtschaftlichen Energiepflanzenpotenziale mit möglichst klimaeffizienten Produktlinien zu nutzen. Ausbauziele für die Strom- und Wärmeenergieerzeugung auf der Basis von Energiepflanzen wären festzulegen und die Förderpolitiken anzupassen. Angestrebt würde eine möglichst hohe Energieproduktivität pro Fläche, ein relativ hoher Beitrag zur regenerativen Energieversorgung und ein möglichst großer Beitrag zur Vermeidung von Treibhausgasen.
- *Auf die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe umsteuern:* Biomasse wäre hier eine immer wichtiger werdende Grundlage eines breiten Spektrums stofflicher Nutzungen. Eine energetische Nutzung sollte erst am Ende von Koppelungs- und Kaskadennutzungen erfolgen. Hauptziel wäre der Ersatz von Erdöl als Grundstoff der chemischen Industrie und sonstiger industrieller Anwendungen aus Rohstoff- und Klimaschutzgründen.

- *Bioenergieträger importieren:* Aufgrund der höheren Flächenproduktivität, der stärkeren Vermeidung von Treibhausgasemissionen sowie der niedrigeren Produktionskosten würden Biokraftstoffquoten im Wesentlichen durch Importe aus tropischen Ländern erfüllt. Ein weiterer Abbau von Zöllen und Subventionsregelungen für Bioenergieträger in der EU wäre notwendig. Ziel wäre es, die Energiepflanzennutzung möglichst flächen-, klimaschutz- und kosteneffizient zu gestalten.

Der TAB-Arbeitsbericht Nr. 136 und der Anhang sind unter [www.tab-beim-bundestag.de](http://www.tab-beim-bundestag.de) abrufbar. Druckexemplare des TAB-Arbeitsberichtes Nr. 136 sind bereits vergriffen.

#### WETTBEWERBSFÄHIGKEIT DER EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFT IM HINBLICK AUF DIE EU-BEIHILFEPOLITIK – AM BEISPIEL DER NANOELEKTRONIK

Um die europäische Integration und den freien Wettbewerb innerhalb Europas voranzutreiben, werden staatliche Subventionen durch die EU-Beihilfekontrolle stark reguliert. Da etliche Länder außerhalb der EU zukunfts-trächtige Sektoren oder Technikfelder, wie z.B. die Nanoelektronik, politisch stark unterstützen, wird eine zunehmende Abwanderung der europäischen Nanoelektronikindustrie befürchtet, in deren Folge die Länder der EU an Wettbewerbsfähigkeit verlieren würden.

Der TAB-Arbeitsbericht Nr. 137 untersucht, inwieweit die internationale Wettbewerbsfähigkeit in der Nanoelektronik durch politische Maßnahmen beeinflusst wird, wie die EU-Beihilfe-regelungen in der Förderpraxis die Entwicklung der Nanoelektronik möglicherweise begrenzen und ob sich ein höherer staatlicher Eingriff rechtfertigen ließe. Eine umfangreiche Untersuchung der Standortbedingungen wie auch der Politikmaßnahmen in den

führenden inner- und außereuropäischen Ländern wird für den Bereich Nanoelektronik durchgeführt. Aufbauend auf diesen Analysen werden vorrangig Handlungsoptionen abgeleitet, die sich innerhalb der Grenzen des EU-Beihilferechts umsetzen lassen. Notwendig erscheint dabei die Verfolgung einer konsistenten Strategie. Denkbar sind einerseits eine aktive Technologiepolitik, die auf die Unterstützung der gesamten Wertschöpfungskette abzielt, und andererseits eine rahmensetzende Politik, die stärker auf technologieübergreifende Maßnahmen setzt.

Druckexemplare des TAB-Arbeitsberichtes Nr. 137 können beim TAB-Sekretariat angefordert werden. Er ist auch unter [www.tab-beim-bundestag.de](http://www.tab-beim-bundestag.de) abrufbar.

#### ZUKUNFTSPOTENZIALE UND STRATEGIEN NICHTFORSCHUNGSINTENSIVER INDUSTRIEN IN DEUTSCHLAND

Nichtforschungsintensive Industriezweige, wie die Textil- und Ernährungsbranche oder die Metall- und Kunststoffindustrie, haben nach wie vor eine hohe Bedeutung für Wachstum und Beschäftigung in Deutschland. Sie tragen 41 % zur industriellen Wertschöpfung in Deutschland bei und beschäftigten rund 50 % aller industriellen Erwerbstätigen. Durch ihre hohe Binnenorientierung können nichtforschungsintensive Industriezweige im Vergleich zu forschungsintensiven höhere inländische Wachstums- und Beschäftigungseffekte erzielen. Im TAB-Arbeitsbericht Nr. 140 wird gezeigt, dass auch für nichtforschungsintensive Betriebe Innovationen eine zentrale Rolle spielen. Zwar setzen die Betriebe mit ihren Wettbewerbsstrategien seltener auf neue Produktentwicklungen, doch bei der Nutzung und Weiterentwicklung innovativer Herstellungsverfahren sowie innovativer produktbegleitender Dienstleistungen bewegen sie sich mit forschungsintensiven Betrieben auf Au-

genhöhe. Sie behaupten sich dabei in ihren Märkten vorwiegend als Qualitätsführer sowie durch ihre Fähigkeit, spezielle Kundenanforderungen flexibel erfüllen zu können.

Aufbauend auf einer detaillierten Standortbeschreibung widmet sich der Innovationsreport möglichen Handlungsoptionen im Rahmen einer nachhaltigen Wirtschafts- und Innovationspolitik. Wichtig ist es, den Besonderheiten dieser Unternehmen Rechnung zu tragen und neben der FuE-Intensität vermehrt die Innovationsfähigkeit von Unternehmen in einem ganzheitlichen Sinne zu stärken. Auch sollten die Stärken nichtforschungsintensiver Betriebe im Bereich der kundenspezifischen Entwicklung und Konstruktion von Produkten und Herstellungsverfahren oder im Bereich von (Service-)Design- oder Marketinginnovation gesichert und ausgebaut werden.

Druckexemplare des TAB-Arbeitsberichtes Nr. 140 können beim TAB-Sekretariat angefordert werden. Der TAB-Arbeitsbericht Nr. 140 ist unter [www.tab-beim-bundestag.de](http://www.tab-beim-bundestag.de) abrufbar.

#### **GEFÄHRDUNG UND VERLETZBARKEIT MODERNER GESELLSCHAFTEN – AM BEISPIEL EINES GROSSRÄUMIGEN UND LANGANDAUERNDEN AUSFALLS DER STROMVERSORGUNG**

Stromausfälle in Europa und Nordamerika haben in den letzten Jahren einen nachhaltigen Eindruck von der Verletzbarkeit moderner und hochtechnisierter Gesellschaften vermittelt. Obwohl die Stromversorgung allenfalls eine Woche und lokal begrenzt unterbrochen war, zeigten sich bereits massive Funktions- und Versorgungsstörungen, Gefährdungen der öffentlichen Ordnung sowie Schäden in Milliardenhöhe.

Welche Folgen ein langandauernder und großflächiger Stromausfall auf die Gesellschaft und ihre Kritischen In-

frastrukturen haben könnte und wie Deutschland auf eine solche Großschadenslage vorbereitet ist, wird im TAB-Bericht aufgezeigt. Mittels umfassender Folgenanalysen führen die Autoren drastisch vor Augen, dass bereits nach wenigen Tagen im betroffenen Gebiet die bedarfsgerechte Versorgung der Bevölkerung mit (lebens)notwendigen Gütern und Dienstleistungen nicht mehr sicherzustellen ist. Auch wird deutlich gemacht, dass erhebliche Anstrengungen erforderlich sind, um die Durchhaltbarkeit Kritischer Infrastrukturen zu erhöhen sowie die Kapazitäten des nationalen Systems des Katastrophenmanagements weiter zu optimieren.

Druckexemplare des TAB-Arbeitsberichtes Nr. 141 sind bereits vergriffen. Die Buchpublikation »Was bei einem Blackout geschieht« ist in der Reihe »Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag«, edition sigma, als Band 33 erschienen. Die Zusammenfassung des Berichts ist unter [www.tab-beim-bundestag.de](http://www.tab-beim-bundestag.de) abrufbar.

#### **FORSCHUNG ZUR LÖSUNG DES WELTERNÄHRUNGSPROBLEMS – ANSATZPUNKTE, STRATEGIEN, UMSETZUNG**

Unter- und Mangelernährung zählen seit Jahrzehnten zu den gravierendsten Problemen, mit denen die Weltgemeinschaft konfrontiert ist. Im Jahr 2009 litten über 1 Mrd. Menschen weltweit Hunger – mehr als je zuvor seit 1970, dem Beginn der Welternährungsstatistik der Vereinten Nationen. Hinzu kommen mehrere Milliarden Menschen, die an »verdecktem Hunger« leiden, d.h. einer Unterversorgung mit lebenswichtigen Mikronährstoffen wie Vitaminen oder Mineralstoffen.

Angeichts dieser drängenden Problematik befasste sich das TAB in einem TA-Projekt mit der Frage, welche Beiträge die Forschung zur Lösung des Welternährungsproblems leisten kann.

Wo bestehen besonders große Wissenslücken zum Welternährungsproblem? In welchen Forschungsbereichen sind relevante Lösungsbeiträge zu erwarten, sodass eine intensivere Unterstützung naheläge? Wo sind spezifische Restriktionen zu überwinden bzw. welche neuen Formen der inter- und transdisziplinären Forschung wären zu entwickeln?

Der Abschlussbericht umfasst einen Überblick über Dimensionen und Einflussfaktoren des Welternährungsproblems, eine Zusammenfassung ausgewählter Themenstellungen für die Forschung in Deutschland sowie eine Auswertung eines öffentlichen Expertenworkshops, der vom TAB im Rahmen des Projekts durchgeführt wurde. In der Gesamtschau werden mögliche Schwerpunktsetzungen für zukünftige Forschung sowie Handlungsoptionen für eine entwicklungsorientierte Forschungspolitik diskutiert.

Der TAB-Arbeitsbericht Nr. 142 ist unter [www.tab-beim-bundestag.de](http://www.tab-beim-bundestag.de) abrufbar. Druckexemplare des TAB-Arbeitsberichtes Nr. 142 sind bereits vergriffen.

# EINFÜHRUNG IN DAS SCHWERPUNKTTHEMA

Weitreichende wissenschaftlich-technische Visionen haben Konjunktur. Sie versprechen die Lösung großer Probleme, wie Klimawandel und Energieversorgung, und die Erfüllung alter Menschheitsträume, wie die Verlangsamung oder gar Abschaffung des Alterns oder die Schaffung künstlichen Lebens. Was sich zunächst nach technisch ermöglichten irdischen Paradiesvorstellungen anhört, erzeugt gleichzeitig Unbehagen, Sorgen und Angst. Die historische Erfahrung mit Technik legt nahe anzunehmen, dass Ambivalenzen und Risiken nicht vermeidbar sind, und dass diese umso größer sein können, je weitreichender die technologischen Eingriffe in Natur und Gesellschaft sein werden und umso schneller sie erfolgen. Die Schere zwischen Hoffnungen und Erwartungen an den Fortschritt einerseits und den Sorgen und Befürchtungen andererseits klafft immer weiter auseinander, und die Wellen entsprechender Hope-, Hype- und Fear-Technologien folgen rasch aufeinander. Diese Situation ist eine Herausforderung sowohl für gesellschaftliche Debatten als auch für politische Entscheidungen, z.B. der Forschungsförderung, und damit auch ein Thema der Technikfolgenabschätzung – dem sich dieser TAB-Brief in seinem Schwerpunkt exemplarisch widmet.

Wissenschaftlich-technische Visionen stellen einen wichtigen Bezugspunkt der gesellschaftlichen Technikdiskussion dar. Sie haben in der Geschichte in verschiedenen Formen eine bedeutende Rolle gespielt, so z.B. in der Raumfahrt und in der Kernenergie, auf die in den 1950er und 1960er Jahren geradezu utopische Erwartungen gerichtet wurden. Nach Jahren der Ernüchterung werden wissenschaftlich-technische Visionen seit etwa Anfang des Jahrhunderts erneut verstärkt diskutiert, bis in die Feuilletons der Tageszeitungen. Vor allem im Umfeld der Nanotechnologie (Drexler 1986), der Converging Technologies (Roco/Bainbridge 2002) und ihrer Schnittstellen zu Informationstechnologie und Biotechnologie sowie aktuell zur Synthetischen Biologie hat sich eine rege Kommunikation über teils recht spekulative und weit in die Zukunft reichende Visionen eingestellt. Dabei folgten in der Regel der Hope- und Hype-Kommunikation recht bald eine Welle von »concern« und dann auch von »fear«.

Vielfach stehen dabei Behauptung gegen Behauptung, positive Erwartung gegen Risikobefürchtung. Eine Beurteilung, ob das, was in den Visionen erwartet oder befürchtet wird, als ernsthaftige Möglichkeit in Betracht zu

ziehen oder bloße und beliebige Spekulation ist, fällt oft schwer. Nun könnte man sagen, dies alles sei ein buntes, mehr oder weniger intellektuell interessantes Spiel, das aber gerade wegen seines hochgradig spekulativen Charakters nur eine Art kommunikatives Hintergrundrauschen ohne reale Folgen sei. Dem ist aber nicht so. Denn Visionen haben einen teils erheblichen Einfluss auf die Wahrnehmung wissenschaftlich-technischer Entwicklungslinien, auf die Einschätzung und Haltung der Öffentlichkeit dazu und auf Formen und Inhalte der gesellschaftlichen Debatten um wissenschaftlich-technischen Fortschritt generell. Spekulative Erwartungen wie Befürchtungen können Risikodebatten strukturieren, die Forschungsförderung beeinflussen und über die Akzeptanz ganzer Technologielinien entscheiden. Beispielsweise startete die Risikodebatte zur Nanotechnologie nicht mit dem naheliegenden Thema der möglichen Toxizität von Nanopartikeln für Mensch und Umwelt, sondern mit futuristischen Überlegungen, ob nicht die Nanotechnologie über selbstreplizierende Roboter den Menschen überflüssig machen könnte (Joy 2000) – eine von der Sache her wohl eher irrelevante, aber höchst folgenreiche Diskussion.

Die Situation, dass Visionen – sowohl »hopes« als auch »fears« – erheblichen faktischen Einfluss haben können, obwohl sie beliebig spekulativ sein mögen, ist der Kern der Herausforderung an öffentliche Debatten, Politik und damit auch an Technikfolgenabschätzung. Bei aller Unterschiedlichkeit der jeweiligen Wissenschafts- und Technologiebereiche führt dies zu ähnlichen strukturellen Problemen:

- › *Definitionsproblem:* Oft ist es schwer zu beurteilen, was z.B. Nanotechnologie oder Synthetische Biologie auszeichnet und was das Neue daran ausmacht. Debatten zur Charakterisierung und Definition sind die Folge, verbunden mit der zweifelnden Frage, ob die jeweilige Hype-Technologie nicht bloß ein attraktives Etikett sei, um Aufmerksamkeit zu erzeugen.
- › *Technikdeterminismus:* In den Debatten zu Hope- und Hype-Technologien wird diesen meist eine deterministische Eigenlogik unterstellt: Die jeweiligen Probleme seien rein technisch lösbar (z.B. Klimawandel durch Climate Engineering), die Technologien *als solche* würden entweder zur Katastrophe (Joy 2000) oder zu positiven Entwicklungen (mehr Demokratie durch das Internet) führen.
- › *Wertgehalt:* Hoffnungen wie Befürchtungen, verpackt in Visionen, sind komplexe Mischungen aus Wissen, Einschätzungen, Nichtwissen, Werten und oft auch Interessen. Damit sind sie normativ aufgeladen und auch Ausdruck der unterschiedlichen Perspektiven und Konflikte einer pluralistischen Gesellschaft. Diese Gehalte von Visionen sind oft nicht transparent, was eine argumentative Auseinandersetzung erschwert.
- › *Verdeckte Interessen:* Erzählungen über »hope« und »hype« wie auch andere Formen von Zukünften (z.B. Energieszenarien) kön-

nen genutzt werden (und werden auch so genutzt), um Interessen zu transportieren, z.B. Akzeptanz zu schaffen und Fördermöglichkeiten zu erschließen.

- > *Ambivalenz*: Das visionäre Pathos in vielen Technikvisionen ist anfällig gegenüber der Frage, ob nicht auch alles ganz anders kommen könnte –, und es ist so gut wie sicher, dass diese Frage in einer offenen Gesellschaft auch gestellt wird. Aus positiven können Horrorvisionen, aus Utopien Dystopien werden. Die Geschichte der Nanotechnologie, aber auch die des Internets, ist reich an diesen Ambivalenzen (Grunwald 2006).
- > *Inflationsproblem*: Hope- und Hype-Technologien stellen das ganz Neue in den Vordergrund, denn nur damit lässt sich wissenschaftliche, öffentliche und politische Wahrnehmung erzielen. Da öffentliche Wahrnehmung ein knappes Gut ist, kommt es zu einer Inflation der wissenschaftlichen Versprechungen mit der Folge des Risikos zunehmender Unglaubwürdigkeit.

In diesem Schwerpunkt können nur Ausschnitte aus dem umfangreichen Feld behandelt werden. Eine der großen Hype-Geschichten der Gegenwart, die nun schon seit zwei Jahrzehnten mit Höhen und Tiefen verläuft, bezieht sich auf das Verhältnis von *Internet und Demokratie*. Ulrich Riehm geht den historischen Wurzeln dieser Beziehung nach und arbeitet sowohl die Hoffnungen als auch die Befürchtungen und Enttäuschungen heraus, die die Koevolution von Internet und Demokratie geprägt haben und die bis heute in der Debatte präsent sind. Die *Nanotechnologie* als das Feld, das den wissenschaftlich-technischen Visionen ei-

nen maßgeblichen Schub verliehen hat (Drexler 1986), wird von *Christoph Revermann* eingeführt. Sie fasziniert durch die Vorstellung eines auf der molekularen Ebene arbeitenden Homo Fabers, der zielgenau Atome und Moleküle zusammensetzt – und weckt Befürchtungen angesichts der Möglichkeiten aus dem Ruder laufender, selbstorganisierender Systeme. Die *Synthetische Biologie*, vorgestellt von *Arnold Sauter*, führt die Visionen der Nanotechnologie konsequent in den Bereich des Lebens fort. Charakteristisch ist hier wie in vielen der Hype- und Hope-Technologien die Definitionsproblematik: Ist Synthetische Biologie überhaupt eine wirklich neue Forschungsrichtung oder ein bloßes Etikett, um öffentliche Aufmerksamkeit und Forschungsförderung zu mobilisieren? Das *Climate Engineering*, ein recht neuer Ansatz zur großtechnischen Lösung des Klimaproblems durch eine künstliche »Kühlung« der Erde, eingeführt durch *Claudio Caviezel*, erregt Faszination wie Schaudern gleichzeitig, begründet durch die globale Dimension gezielter Eingriffe in das Klimasystem.

Um in diesen Feldern kontroverser Hoffnungen, Erwartungen, Befürchtungen und Ängste Orientierung zu ermöglichen, bedarf es transparenter und nachvollziehbarer Kriterien sowie einschlägiger Verfahren der argumentativen Abwägung und Entscheidung. Technikfolgenabschätzung, auch und gerade in Parlamenten, hat hier eine besondere Aufgabe, eine rationale und transparente Aufarbeitung der Gehalte der wissenschaftlich-technischen Visionen als Basis für eine informierte und reflektierte Beratung von Politik und Gesellschaft bereitzustellen (Grunwald 2009).

*Armin Grunwald*

## LITERATUR

Drexler, K.E. (1986): *Engines of Creation – The Coming Era of Nanotechnology*. Oxford

Grunwald, A. (2006): Die Ambivalenz technikzentrierter Visionen als Herausforderung für die Technikfolgenabschätzung. In: Petsche, H.J., Bartíková, M., Kiepas, A. (Hg.): *Erdacht, gemacht und in die Welt gestellt: Technik-Konzeptionen zwischen Risiko und Utopie*. Berlin, S. 287–304

Grunwald, A. (2009): *Vision Assessment Supporting the Governance of Knowledge – the Case of Futuristic Nanotechnology*. In: Bechmann, G., Gorokhov, V., Stehr, N. (Hg.): *The Social Integration of Science. Institutional and Epistemological Aspects of the Transformation of Knowledge in Modern Society*. Berlin, S. 147–170

Joy, B. (2000): *Why the future doesn't need us*. [www.wired.com/wired/archive/8.04/joy.html](http://www.wired.com/wired/archive/8.04/joy.html)

Roco, M.C., Bainbridge, W.S. (Hg.) (2002): *Converging Technologies for Improving Human Performance*. Arlington

## KONTAKT

Prof. Dr. Armin Grunwald  
0721 608-22500  
[armin.grunwald@kit.edu](mailto:armin.grunwald@kit.edu)

# DIE NEUEN KLEIDER DER DEMOKRATIE – INTERNET UND POLITIK

TAB-BRIEF NR. 39 / AUGUST 2011

Der demokratische Umbruch im Frühjahr 2011 in Tunesien und Ägypten hat ein weiteres Mal die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit auf die Möglichkeiten des Internets für demokratische Bewegungen gelenkt. Während die einen im »arabischen Frühling« eine weitgehend durch Facebook und Twitter beförderte Revolution sahen, betonten andere die Möglichkeiten der Herrschenden, das Internet zu Überwachung, Zensur und Manipulation einzusetzen oder auch einfach ganz abzuschalten. In dieser Debatte wurden typische Muster einer Kontroverse um die »Cyberdemokratie« sichtbar, die seit nunmehr gut 50 Jahren geführt wird. Der folgende Beitrag geht diesen Diskussionen nach. Zunächst werden die technischen wie gesellschaftspolitischen Entwicklungsstränge nachgezeichnet, in denen sich die Debatte um die digitale Demokratie entwickelt hat. Dann werden die Hoffnungen und Befürchtungen dargelegt, wie sie sich für informationstechnisch unterstützte Information, Kommunikation, Partizipation und Wahlen in der Demokratie darstellen. Die elektronischen Petitionen des Deutschen Bundestages dienen schließlich als aktuelles Beispiel eines konkreten Vorhabens der E-Demokratie. Die Rekonstruktion zeigt, dass keine Zyklen der Debatte festzustellen sind, in denen (übersteigerte) Hoffnungen von Enttäuschungen und Warnungen vor Gefahren abgelöst wurden. Die typischen Argumentationsmuster eines Für und Wider sind vielmehr von Anfang an präsent.

Versucht man eine Rekonstruktion der Debatte um die Bedeutung des Internets für die Politik, die unter der Überschrift Cyberdemokratie, digitale Demokratie, E-Demokratie, Teledemokratie oder vergleichbaren Begriffen geführt wird, dann sollte man sowohl die technische als auch die gesellschaftspolitische Entwicklung der letzten 50 Jahre rekapitulieren.

## TECHNISCHE UND GESELLSCHAFTSPOLITISCHE ENTWICKLUNGEN UND VORAUSSETZUNGEN

### DER LANGE WEG ZUM INTERNET

Die ersten Entwicklungen zur Vernetzung von Computern begannen in den 1950er und 1960er Jahren in den USA, im Wesentlichen im wissenschaftlichen Kontext, wobei die Forschungsbehörde des Verteidigungsministeriums – die damalige Advanced Research Projects Agency (ARPA, später DARPA) – durch die Vergabe von Forschungsgeldern eine maßgebliche Rolle spielte. Der 29. Oktober 1969 gilt als der Tag der ersten Fernverbindung zweier Computer

und zwar zwischen der University of California (UCLA) und dem Stanford Research Institute (SRI). 1983 wurde im damaligen ARPANET das TCP/IP-Protokoll eingeführt, das sich danach weltweit verbreitet hat und bis heute die technische Grundlage des Internets darstellt. Eine sich bereits in den 1960er Jahren entwickelnde und bis heute dominierende Anwendung im Internet war und ist die Übermittlung von Textnachrichten (E-Mail). Eine völlig neue Qualität des Internets wurde Anfang der 1990er Jahre mit der Etablierung des HTTP-Protokolls sowie grafischen Webbrowsern erreicht. Dieses World Wide Web ist aus Sicht der meisten Nutzer heute zum eigentlichen »Internet« geworden, das die vielen, ganz unterschiedlichen Anwendungen unter einer Oberfläche integriert. Ein weiterer markanter Einschnitt in der Entwicklung des Internets war dessen Überführung aus einem im Wesentlichen staatlich geförderten Wissenschafts- in ein kommerzielles Computernetz: 1985 wurde die erste Domain für ein Unternehmen vergeben (symbolics.com), 1995 dann der Betrieb des Internetbackbones in den USA aus der Obhut der National Science Foundation in private Hände übergeben (Werle 2002).

Die technische Entwicklung wäre allerdings mit der Entwicklung des Internets zu einseitig dargestellt. Denn vernetzte Kommunikationssysteme entwickelten sich durch die Möglichkeiten der elektronischen Datenübertragung (über die Telefonnetze) und das Aufkommen von Heimcomputern und PCs ab etwa Mitte der 1970er Jahre sowohl in dezentralen, privaten Initiativen (etwa das Mailboxsystem Fidonet seit 1984) als auch durch kommerzielle Unternehmen oder staatliche Telefongesellschaften. Eine herausragende Bedeutung für die Herausbildung von computervermittelten, sozialen Gemeinschaften hatte etwa ab 1976 das Electronic Information Exchange System (EIES) (Hiltz/Turoff 1978) oder auch der Whole Earth 'Lectronic Link (The WELL) ab 1985 (Rheingold 1993). Unter den kommerziell erfolgreichen elektronischen Kommunikationsdiensten in den USA jener Zeit sei etwa CompuServe genannt. In Europa wurden ab den 1970er Jahren in der Regie der staatlichen Telefongesellschaften Onlinedienste entwickelt, die zunächst auf die Kombination von Datenfernübertragung (über Telefon) und Fernsehgeräte, später dann auf spezielle Endgeräte und die aufkommenden Heim- und Personalcomputer setzten. Während im Laufe der 1980er Jahre in Frankreich der Onlinedienst Minitel mit Erfolg etabliert wurde, war die Einführung solcher Systeme etwa in Großbritannien (unter dem Namen Prestel) und in Deutschland (Bildschirmtext – Btx) weniger erfolgreich.

Ab Mitte der 1990er Jahre wurden alle diese Systeme mehr oder weniger vollständig durch das Internet verdrängt und ersetzt. Trotzdem sind diese vom Internet unabhängigen technologischen Entwicklungen von Relevanz, da sich auch an ihnen wesentliche Diskussionen um die Bedeutung der Informations- und Kommunikationstechnologien für Politik und Demokratie entzündeten.

## DER DEMOKRATISCHE AUFBRUCH SEIT DEN 1960ER JAHREN

Die gesellschaftliche, soziokulturelle und politische Seite dieser Entwicklung ist vergleichsweise schwieriger, weil komplexer und heterogener, zu beschreiben. In den USA waren die 1950er und 1960er Jahre von einer starken Technik- und Wissenschaftsgläubigkeit und staatlichen Großprojekten geprägt. Dafür stehen paradigmatisch die amerikanische Raumfahrt – vom ersten Satelliten bis zur Mondlandung –, aber etwa auch der »General Problem Solver« (GPS) von Herbert Simon und Allen Newell, ein »Program that simulates human thought« (so ein Artikel von 1961). Der Glaube, mit Technik die Gesellschaft »zum Guten« und »zum Rationalen« zu verändern, hat sicher hier eine ihrer Wurzeln. John F. Kennedys Regierungsprogramm »New Frontier« gab diesem Glauben eine politische Form.

In anderer Weise, aber ähnlich prägend, war eine spezifisch amerikanische technoliberale Kultur der 1960er Jahre, die sowohl die Computerentwickler in den sagenumwobenen »Garagen« als auch die subkulturelle, alternative und politische Bürgerrechts-, Antikriegs- und Studentenbewegung einschloss. Die Rebellion der Studenten und anderer Teile der Bevölkerung gegen das »Establishment« fand mit jeweils spezifischen Ausprägungen auch in Europa statt und forderte eine weitgehende Demokratisierung ein. Willy Brandts Regierungserklärung von 1969 griff dies mit der Formel »Mehr Demokratie wagen« auf, der Politikwissenschaftler Max Kaase diagnostizierte 1982 eine »Partizipatorische Revolution«. Der Befund einer Krise der Demokratie, verbunden mit der Forderung ihrer Modernisierung und Revitalisierung, zieht sich seit Jahrzehnten wie ein roter Faden durch die politische, öffentliche und politikwissenschaftliche Debatte, sodass Proponenten der

elektronischen Demokratie daran stets anknüpfen konnten.

## FRÜHE EXPERIMENTE: ELECTRONIC TOWN HALL MEETINGS UND COMPUTERDEMOKRATIE

Die Debatte um (übersteigerte) Hoffnungen und Befürchtungen einer kommunikationstechnologisch aufgerüsteten Demokratie ist also keine der letzten Jahre. Ein frühes Experiment aus den USA der 1970er Jahre war das schon erwähnte Electronic Information Exchange System (EIES), das zwar in erster Linie als Informations-, Kommunikations- und Publikationssystem für wissenschaftliche Gemeinschaften gedacht war, bei dem aber der Einsatz für eine »electronic direct democracy« schon mitreflektiert wurde: »The most exciting and potentially revolutionary political application of a CC system [computer conference] is the facilitation of the direct participation and voting of citizens on important state of national issues.« (Hiltz/Turoff 1978, S. 197)

Hiltz/Turoff beziehen sich dabei auf Amitai Etzionis Arbeiten Anfang der 1970er Jahre zu elektronisch vermittelten »Bürgerversammlungen« (»town hall meetings«) (Etzioni et al. 1975). Dafür wurden die neuen Möglichkeiten von Telefonkonferenzen genutzt. Etzioni entwickelte die Vorstellung eines nationalen Dialogs über den pyramidenförmigen Aufbau von Kleingruppen, deren Delegierte jeweils die nächsthöhere Stufe beschickten. Telefonkonferenzen ermöglichten Gruppendialoge auch über weite Entfernungen, in kurzer Zeit und zu geringen Kosten.

In Deutschland propagierte Helmut Krauch bereits 1972 die »Computerdemokratie« (Krauch 1972). Krauch hatte 1958 in Heidelberg die »Studiengruppe für Systemforschung« gegründet, aus der im Übrigen wesentliche Impulse für die wissenschaftliche Politikberatung sowie die Entwicklung der Technikfol-

genabschätzung in Deutschland hervorgingen (Brinckmann 2006). Er kritisierte die mangelnde Repräsentation der Bürger in der Demokratie und sah im Konzept der Computerdemokratie eine Möglichkeit ihrer stärkeren Einbeziehung. Eine prototypische Umsetzung der Computerdemokratie fand 1971 in Zusammenarbeit mit dem WDR statt. Unter Leitung des bekannten Journalisten Werner Höfer wurde innerhalb einer Fernsehsendung das kontroverse Thema »Umweltschutz« behandelt. Über eine computergestützte Datenbank konnte zu aktuell auftretenden Fragen der wissenschaftliche Sachstand recherchiert werden. Die Meinungen der Zuschauer wurden über Telefonumfragen »interaktiv« mit einbezogen.

## HOFFNUNGEN UND BEFÜRCHTUNGEN

Ganz allgemein kann man sagen, dass durch den Einsatz von Computern die Kapazitäten des Speicherns, Verarbeitens und Übertragens von Daten erheblich erweitert werden. Dadurch können mehr Daten in kürzerer Zeit zu günstigeren Kosten gespeichert, verarbeitet und übertragen werden. Darüber hinaus gibt es drei technologische »M-Trends«: Computer werden kleiner (»mikro«), mobiler und multimedialer.

Was heißt dies nun für die Hoffnungen und Befürchtungen bezüglich der Cyberdemokratie? Hierfür bietet sich die Unterscheidung von vier Funktionsbereichen an, die im politischen Prozess durch Computer unterstützt werden können: Information, Kommunikation, Konsultation/Partizipation und Entscheidung.

## INFORMATIONEN – ELIXIER DER POLITIK

Demokratie setzt auf informierte Bürger und Politiker. Die Hoffnung, die sich auf die Cyberdemokratie richtet, ist, dass durch die umfassendere

und bessere Zugänglichkeit von (politischen) Informationen die Demokratie besser, weil transparenter und »informierter«, funktionieren könnte. Information wird als eine grundlegende Ressource für weitere politische Beteiligungsformen angesehen.

Tatsächlich sind heute in einem vor Jahren noch kaum vorstellbaren Maße politische Informationen elektronisch abrufbar. Diese werden von den politischen Institutionen (Regierungen, Parlamente) selbst, aber auch durch die Medien, durch Bürger, Verbände, Nichtregierungsorganisationen bereitgestellt. Daneben haben »inoffizielle« Datensammlungen vom Typ Wikileaks an Bedeutung zugenommen. Es sind längst nicht nur Fakten- und Textinformationen, die weltweit zur Verfügung stehen, sondern auch multimediale Dokumente wie etwa Reden und Interviews in Ton, Bild und Video. Es kann keinen Zweifel daran geben, dass sich die Transparenz politischer Prozesse und Institutionen deutlich erhöht hat. Die gezielte Suche nach politischen Informationen unabhängig von Ort und Zeit wurde erheblich erleichtert.

Doch in der Cyberdemokratie stehen nicht nur so viele politische Informationen wie nie zuvor zur Verfügung, sondern die politische Aktivität erzeugt selbst ständig neue »Datenspuren«, und die Suche nach Informationen und deren Verbreitung kann prinzipiell nachverfolgt werden. Befürchtet wurde deshalb von Anfang an, dass mit der Digitalisierung politischer Information auch die Möglichkeiten der Überwachung der Bürger durch den Staat oder durch große Konzerne erheblich ausgeweitet würden (Donk/Tops 1992, S. 180 f.; Hiltz/Turoff 1978, S. 486 ff.).

Die Hoffnung, mehr und leichter zugängliche politische Information für die Bürger würde die Demokratie beleben und verbessern, speist sich aus einem Verständnis von Politik als ra-

tionalem Prozess. Je besser die Politik informiert sei, umso besser, weil »rationaler«, könne politisches Handeln werden. Dies verkennt allerdings, dass »Informationen« im politischen Prozess vor dem Hintergrund politischer Grundanschauungen und Interessen bewertet und daraus dann unterschiedliche Folgerungen gezogen werden (Donk/Tops 1992, S. 183).

Hoffnungen wurden immer wieder auch darauf gesetzt, dass Politik und Bürger unmittelbarer und direkter Informationen austauschen könnten. Vermittelnde Instanzen, insbesondere die Medien mit ihren eigenen Interessen, Darstellungsformen und Agenden, könnten dann entbehrlich werden. Der Vorteil läge darin, dass die politischen Akteure ihre Informationen »unverfälscht« den jeweiligen Adressaten übermitteln könnten. Doch der Verzicht auf solche vermittelnde Instanzen, die durch Selektion und Bewertung die Informationskomplexität reduzieren, erwies sich als ambivalent, wenn nicht sogar trügerisch. Die Vermehrung von Information im politischen Prozess erzeugt neue Kosten der Informationssuche, der Informationsselektion und -bewertung, die nicht jeder bereit und in der Lage ist zu tragen (Schrape 2010; Zittel 2009).

#### ENTGRENZTE KOMMUNIKATION

Das Internet bietet eine breite Palette von Kommunikationsmöglichkeiten, von der rein schriftlichen bis zur Ton-Bild-Kommunikation, von der bilateralen über die Gruppenkommunikation bis zur Massenkommunikation eines »Senders« an viele »Empfänger«. Die Kommunikation kann über Kontinente hinweg, zeitlich entkoppelt oder auch im unmittelbaren Wechsel, nur für die unmittelbaren Teilnehmer nachvollziehbar, also privat, oder auch vor den Augen der Öffentlichkeit stattfinden. Typisch für die Internetkommunikation, wenn auch nicht zwingend, ist, dass die Unterscheidung von Sender-

und Empfängerrollen aufgehoben ist und Intermediäre, wie in der medial vermittelten Massenkommunikation, entfallen können.

Die Kommunikation der Politiker mit ihren Wählern und den Bürgern sowie mit der (medial vermittelten) Öffentlichkeit hat sowohl im Selbstbild wie im Zeitbudget der Politiker einen hohen Stellenwert (Riehm 2010). Die Hoffnungen, die sich mit den vielfältigen Möglichkeiten der Internetkommunikation verbinden, richten sich auf eine Intensivierung dieser Kommunikationsbeziehung und darauf, dass die Bürger einen direkteren Zugang zur Politik finden und ihre eigene politische Aktivität besser vorbereiten, koordinieren und in der Öffentlichkeit kommunizieren können.

Politiker befürchten allerdings teilweise durch die neue Vielfalt an Kommunikationsmöglichkeiten und ihre breite Verfügbarkeit eine Überforderung mit kommunikativen Ansprüchen. Die Erwartungen der Bürger an einen Bürger-Politiker-Dialog könnten schon aus Gründen der enormen Arbeitsbelastung nur sehr begrenzt eingelöst werden. Politiker setzen deshalb auch weniger auf eine direkte, gleichberechtigte Kommunikationsbeziehung zu den Bürgern als auf senderdominierte Kommunikation, etwa in der Form von Mitteilungen an bestimmte Empfängerlisten (Newsletter, Mailverteiler, Twitter etc.).

Befürchtet wird allerdings auch, dass bestimmte und immer kleinere Bevölkerungsgruppen sehr gezielt im Sinne von politischen Direktmarketingkampagnen angesprochen werden können und so das Beeinflussungspotenzial der Politik und mächtiger gesellschaftlicher Gruppen enorm gesteigert werden könnte (Donk/Tops 1992, S. 181 f.). In gleicher Weise wird befürchtet, dass über das Internet Gleichgesinnte sich besser finden, organisieren und in ih-

ren Anschauungen bestärken können. Dies wird für die Demokratie dann als besonders kritisch angesehen, wenn »eletronic tribes« (Hiltz/Turoff 1978, S. 482 f.) extremistische, demokratiefeindliche Ziele verfolgen. In diesem Zusammenhang wurde auch von einer Balkanisierung der Wählerschaft und »demographic ghettos« gesprochen (Donk/Tops 1992, S. 181).

Letztlich führt die Explosion der informativen wie kommunikativen Möglichkeiten zu einer Überforderung der Gesellschaft. Viele verfügen nicht über die qualifikatorischen und zeitlichen Ressourcen, um sich in die »Netzöffentlichkeit« (Grunwald et al. 2006) einzubringen, und vieles deutet darauf hin, dass die privilegierten Schichten der Bevölkerung in weit stärkerem Maße von der Cyberdemokratie profitieren können als die breite Masse (so bereits Hiltz/Turoff 1978, S. 167 ff.).

#### KONSULTATION UND PARTIZIPATION

Politische *Kommunikation* kann von ganz unterschiedlichen Akteuren zu vielfältigen Themen initiiert werden und ist gegebenenfalls mit politischen Prozessen im engeren Sinne nur lose verbunden. Politische *Konsultation* ist dagegen in der Regel von der Politik initiiert, thematisch fokussiert und eng an politische Verfahrensabläufe angeknüpelt. Hierbei lädt etwa ein Ministerium oder ein Parlamentsausschuss zu einem Gesetzesvorhaben oder einem politischen Programm Verbände, Experten oder auch betroffene Bürger ein, die auf vorgegebene Fragen antworten und die eigene Expertise zum Thema darlegen sollen.

Von Beteiligungsverfahren im engeren Sinne (*Partizipation*) spricht man dann, wenn insbesondere rechtliche Vorgaben, etwa in der Stadt- und Verkehrsplanung oder für umweltrelevante Großvorhaben, vorliegen, die den Einbezug von Betroffenen in den Planungs- und Ent-

scheidungsprozess vorsehen. Generell werden diese Verfahren damit begründet, dass Erfahrungen und Expertise aus der Gesellschaft für sachgerechte Entscheidungen benötigt werden. In dem die unterschiedlichen gesellschaftlichen Sichtweisen im Entscheidungsverfahren berücksichtigt werden, soll Politik oder Verwaltung besser in die Lage versetzt werden, diese unterschiedlichen Interessenlagen im Sinne des »Gemeinwohls« auszutarieren.

Da es in diesen Verfahren um den Austausch komplexer Argumentationen geht, an denen mehr oder weniger viele Personen aktiv beteiligt sind und in der Regel eine breite Öffentlichkeit interessiert ist, bietet sich der Einsatz elektronischer Gruppenkommunikation an. Diese könnten nicht nur die aktuelle Kommunikation im Verfahren unterstützen, sondern auch den gesamten Ablauf speichern und für nachfolgende Auswertungen wieder abrufbar machen. Bereits in den 1970er Jahren wurde mit solchen (rein textbasierten) Computerkonferenzsystemen experimentiert, die heute selbstverständlich auch Ton und Bewegtbild integrieren können.

Neben dieser Informations- und Transparenzfunktion richten sich die Hoffnungen bei elektronischen Konsultations- und Partizipationsverfahren auch darauf, dass eine Öffnung in die Breite der Gesellschaft stattfinden kann. Im Prinzip könnte sich jeder beteiligen, unabhängig von seinem Status (Egalisierungstendenz des Internets), seinen Ressourcen (man benötigt nicht mehr als einen Internetzugang) und seinem Standort (Distanzen spielen keine Rolle mehr). Ein weiterer Vorteil elektronischer Konsultations- und Beteiligungsverfahren wird darin gesehen, dass es ohne großen Aufwand möglich ist, den Beteiligten umfangreiche Verfahrensunterlagen sowie Stellungnahmen zur Verfügung zu stellen, bei deren Nutzung wiederum eine informierte Teil-

nahme erwartet wird. E-Konsultation und E-Partizipation als Bestandteile der digitalen Demokratie sind teilweise bereits routinemäßig im Einsatz – etwa bei der EU-Kommission (Grunwald et al. 2006, S. 87 ff.) oder bei der kanadischen Regierung (Lindner 2008).

Gleichwohl haben die bisherigen Erfahrungen aber auch gezeigt, dass die prinzipielle Öffnung der Verfahren »für alle« nur unter sehr spezifischen Bedingungen auf ein entsprechendes Echo stößt und die aktive Beteiligung oft nur von Wenigen getragen wird (Grunwald et al. 2006, S. 15 u. 21). Noch kritischer erscheint jedoch, dass bei solchen Verfahren eine Erwartung auf eine substanzielle Beeinflussung politischer Prozesse geweckt wird, die aber teilweise schon daran scheitert, dass der Öffnung und Erweiterung des »Inputkanals« keine entsprechende Erweiterung der Verarbeitungskapazitäten zur Seite gestellt wird. Enttäuschungen bei den Bürgern sind die Folge.

#### ENTSCHEIDUNGEN IN ABSTIMMUNGEN UND WAHLEN

Demokratie sollte nicht lediglich als Akt der Wahl von Repräsentanten im Abstand mehrerer Jahre oder als Abstimmung in demokratischen Gremien verstanden werden. Dem Wahlakt geht der Wahlkampf und der Mehrheitsentscheidung die Sachdebatte voraus. Gleichwohl sind Wahlen und Mehrheitsentscheidungen so etwas wie die Kulmination demokratischer Machtausübung. In ihnen werden politische Kurswechsel sichtbar, werden Gesetze fixiert und politische Programme festgelegt.

Die (vermeintliche) Einfachheit des Entscheidungsprozesses – in der Regel geht es um eine Entscheidung zwischen Alternativen oder eine Auswahl unter verschiedenen Personen – legt die Computerunterstützung nahe. Erhofft wurden schon in den 1980er Jahren

durch Verfahren automatisierter Auszählung ein effizienteres Verfahren und – angesichts wachsender Wahlmüdigkeit bei den Bürgern – eine Erhöhung der Wahlbeteiligung. Im Prinzip könnten Abstimmungen und Wahlen von jedem Ort aus erfolgen. Für Befürworter direktdemokratischer Verfahren bietet das E-Voting (Beckert 2011) größere Möglichkeiten, mit relativ wenig Aufwand mehr Abstimmungen durchführen zu können und dabei mehr Bürger an echten politischen Entscheidungen zu beteiligen.

»Einfache« Abstimmungen im Sinne der Feststellung von Stimmungen und Meinungen in der Bevölkerung und einzelnen Gruppen haben sich auf breiter Front mehr oder weniger durchgesetzt. Gerade Websites von Zeitungen und Rundfunkunternehmen bieten solche »polls« fast routinemäßig an. Die elektronische Zeichnung von Appellen und Petitionen ist eine weitere, eher demonstrative als entscheidungsrelevante Form einer »Abstimmung«, auch wenn über Quoren teilweise formale Verfahrensprivilegien erreicht werden können. Dagegen gibt es nur vereinzelt und in wenigen Ländern elektronische Parlamentswahlen.

Die Befürchtungen richten sich hier darauf, dass fehleranfällige Computerprogramme unrichtige Wahlergebnisse produzieren könnten, die Anonymität des Wahlvorgangs bedroht sein könnte und die Transparenz der Auszählung einer Abstimmung und Wahl durch die Blackboxeigenschaft des Computers nicht mehr gegeben seien. Es wird des Weiteren davor gewarnt, dass die Einheit von Debatte und Entscheidung zugunsten des reinen Wahlaktes verloren gehen könnte. Als »push-button democracy« bezeichneten Kritiker bereits vor 20 Jahren diese Gefahr (Donk/Tops 1992, S. 170 u. 174 f.). Heute spricht man mit einer ähnlich kritischen Intention von einer Reduktion politischer Aktivität auf »click-

tivism« (Karpf 2010; Shulman 2009; White 2010).

## BEISPIEL ELEKTRONISCHE PETITIONEN

Das TAB hat in den letzten Jahren umfangreiche Untersuchungen zur Einführung und Nutzung eines elektronischen Petitionssystems des Deutschen Bundestages durchgeführt (Riehm et. al. 2009, TAB 2011). Die konkrete Rahmensetzung des Deutschen Bundestages sieht dabei vor, dass Petitionen über das Internet eingereicht und auf Wunsch der Petenten und nach einem speziellen Zulassungsverfahren auf der E-Petitionsplattform des Deutschen Bundestages veröffentlicht werden können. Weitere Merkmale dieses momentan zentralen E-Partizipationsprojektes im Rahmen der E-Parlamentsstrategie des deutschen Parlaments sind die Möglichkeiten der Diskussion der Petitionen in einem Onlineforum sowie der Sammlung unterstützender Unterschriften. Bei der Erreichung eines Quorums von 50.000 Mitzeichnungen führt der Petitionsausschuss des Deutschen Bundestages eine öffentliche Ausschusssitzung durch, zu der die Petenten eingeladen sind, ihr Anliegen persönlich vorzutragen und Antworten auf die Fragen der Abgeordneten zu geben.

Auch an diesem konkreten parlamentarischen E-Demokratieprojekt lassen sich die typischen Muster der langjährigen Debatte um Internet und Demokratie ablesen.

Die Hoffnungen der Initiatoren im Bundestag richteten sich auf eine Modernisierung eines sehr traditionellen politischen Beteiligungsrechts und auf eine damit verbundene politische Aufwertung. Man wollte die Verfahrenstransparenz erhöhen, das Petitionsrecht für neue Bevölkerungsschichten öffnen, deren Pro- und Kontraargumente zu einer Petition hören und gege-

benenfalls sogar in einen Dialog mit den Bürgern eintreten. Darauf richten sich auch die Hoffnungen der Bürger und Petenten, die, wie Befragungen des TAB zeigten, darüber hinaus erwarteten, dass ihre im Onlineforum vorgebrachten Argumente im Petitionsverfahren berücksichtigt würden.

Kritiker bezweifelten aber genau dieses, da sich an der formell schwachen Position der Petenten und des Petitionsausschusses selbst bei der Durchsetzung als berechtigt erkannter Anliegen nichts geändert habe. Die Befürchtung, dass bei der Erweiterung des »Inputkanals« durch die Onlineforen die Verarbeitungskapazitäten nicht Schritt halten, hat sich auch an diesem Beispiel bestätigt. Die durchaus verfahrensrelevanten Diskussionsinhalte werden nur unsystematisch und sporadisch in den Verfahrensablauf eingebracht.

Typisch für die Debatte um die E-Demokratie ist auch die Befürchtung, dass personenbezogene Daten erzeugt werden, die gegebenenfalls gegen die Bürger verwendet werden könnten. So sind bei den E-Petitionen die Namen der Mitzeichner im Internet für jeden einsehbar, anonyme oder pseudonyme Formen der Mitzeichnung sind bisher nicht zugelassen. Befürchtungen gibt es aber auch dahingehend, dass die Möglichkeiten, die eigene Identität im Internet zu verschleiern, zu einem Missbrauch führen könnte oder dass (über das Internet) gutorganisierte Gruppen und Organisationen das elektronische Petitionsverfahren für ihre politischen Kampagnen einsetzen könnten, für die es eigentlich nicht gedacht sei.

Die empirischen Untersuchungen des TAB zeigen – wenig überraschend – ein sehr differenziertes Bild. Insgesamt hat die Modernisierung des Petitionswesens in Deutschland durch den Interneteinsatz dessen öffentliche Wahrnehmung und politische Bedeutung gefördert. Die Nutzungsabsichten der Bürger reichen

weit über die Kapazitäten hinaus, die der Bundestag zur Verfügung stellen kann, sodass viele öffentliche elektronische Petitionen nicht zugelassen werden. Die Diskussionsforen weisen bei einzelnen Petitionen eine ausgesprochen hohe Beteiligung bei einer in der Regel guten inhaltlichen Qualität auf. Tatsächlich ist es auch gelungen, die Nutzung des Petitionsrechtes auf neue Bevölkerungsschichten, insbesondere Jüngere, auszuweiten. Allerdings bleibt die Zusammensetzung der Petenten weiterhin dem typischen sozialen Muster einer durch höhere Bildung gekennzeichneten politischen Beteiligung verhaftet. Die Befürchtungen des Missbrauchs durch organisierte Kampagnen, online gutvernetzte Gruppen oder auch durch Vortäuschung falscher Identitäten haben sich im Großen und Ganzen aber nicht bestätigt.

## FAZIT

Das Internet macht ein unvorstellbares Ausmaß an politisch relevanter Information sowie vielfältige Kommunikations- und Beteiligungsmöglichkeiten in demokratischen Prozessen verfügbar. Mehr Transparenz und Offenheit des politischen Systems, Nutzungsmöglichkeiten unabhängig vom sozialen Status sowie von Ort und Zeit sind weitere typische Hoffnungen, die seit Beginn der Debatte um die Cyberdemokratie artikuliert wurden.

Die Debatte wurde aber auch von Befürchtungen geprägt, zu denen u.a. gehören: die Gefahr der Manipulation, Zensur und Überwachung, der sozialen Selektivität der Nutzung, der informatorischen Überforderung der Nutzer durch Ausschaltung vermittelnder, qualitätssichernder Instanzen und die Beförderung populistischer Politikansätze.

Ein eindeutiger Zyklus von »hope, hype and fear« über die Jahre ist dabei nicht

feststellbar. Von Beginn an finden sich die befürwortenden Hoffnungen neben den kritischen Befürchtungen. Auch die wissenschaftliche und empirische Analyse der Entwicklung des Internetes in der Demokratie ist durch diese Ambivalenz charakterisiert. Womit kann dies erklärt werden?

Zum Ersten mit einer einseitigen technikdeterministischen Fragestellung: Nützt oder schadet »das Internet« der Demokratie? Das Internet ist aber keine Hope- oder Fear-Technologie per se, sondern gestaltete und gestaltbare Technik. Ob beispielsweise eher egalitäre oder hierarchische Kommunikationsformen befördert werden, hängt von der konkreten technischen Implementierung, den jeweiligen Nutzungsweisen und der gesellschaftlichen Einbettung von Internetanwendungen ab – und nicht vom »Internet« an sich.

Zum Zweiten ist die Bewertung bestimmter Eigenschaften der Cyberdemokratie auch eine Frage der politischen Grundanschauungen und Interessen. Ein Vertreter der direkten Demokratie sieht gegebenenfalls in den Möglichkeiten des E-Votings eher eine Hoffnung, ein Anhänger der repräsentativen Demokratie eher eine Gefahr. Aus der Perspektive eines Bürgers ist die über das Internet gegebene direkte Kontaktmöglichkeit von Politikern und politischen Institutionen ein Gewinn, für die Kontaktierten oft nicht mehr als eine zusätzliche Belastung.

Mit Sicherheit weiß man aber nach 50 Jahren Debatte über und Erfahrungen mit Internet und Demokratie mehr über die konkreten Bedingungen, unter denen sich eher die positiven und weniger die negativen Potenziale realisieren. Auch die Technikfolgenabschätzung, die fast auf einen ähnlich langen Zeitraum zurückblicken kann, hat dazu immer wieder ihren Beitrag geleistet.

*Ulrich Riehm*

## LITERATUR

Beckert, B. (2011): E-Democracy – Technical possibilities of the use of electronic voting and other Internet tools in European elections. Karlsruhe

Brinckmann, A. (2006): Wissenschaftliche Politikberatung in den 60er Jahren. Die Studiengruppe für Systemforschung, 1958 bis 1975. Berlin

Donk, W.B.H.J. van de, Tops, P.W. (1992): Informatization and democracy: Orwell or Athens? A review of the literature. In: Informatization and the Public Sector 2(3), S. 169–196

Etzioni, A., Laudon, K., Lipson, S. (1975): Participatory Technology: The MINERVA Communications Tree. In: Journal of Communication 25(2), S. 64–74

Grunwald, A., Banse, G., Coenen, C., Hennen, L. (2006): Netzöffentlichkeit und digitale Demokratie. Tendenzen politischer Kommunikation im Internet. Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag 18, Berlin

Hiltz, S.R., Turoff, M. (1978): The network nation. Human communication via computer. Reading, MA

Karpf, D. (2010): Online political mobilization from the advocacy group's perspective: looking beyond clicktivism. In: Policy & Internet 2(4), S. 7–41

Krauch, H. (1972): Computer-Demokratie. Düsseldorf

Lindner, R. (2008): E-Konsultationen in Kanada. Vorbild für Deutschland oder Sonderfall? In: TAB-Brief Nr. 34, S. 14–19

Rheingold, H. (1993): The Virtual Community: Homesteading on the Electronic Frontier. Reading, MA

Riehm, U. (2010): Vorwort. In: TAB (2010): Neue Medien als Mittler zwischen Bürgern und Abgeordneten? Das Beispiel [abgeordnetenwatch.de](http://abgeordnetenwatch.de) (Autoren: Albrecht S., Trénel, M.). TAB-Diskussionspapier Nr. 12, Berlin, S. 5–13

Riehm, U., Coenen, C., Lindner, R., Blümel, C. (2009): Bürgerbeteiligung durch E-Petitionen. Analysen von Kontinuität und Wandel im Petitionswesen. Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag 29, Berlin

Schrage, J.-F. (2010): Neue Demokratie im Netz? Eine Kritik an den Visionen der Informationsgesellschaft. Bielefeld

Shulman, S.W. (2009): The case against mass e-mails: perverse incentives and

low quality public participation in U.S. Federal rulemaking. In: *Policy & Internet* 1(1), S. 23–53

TAB (Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag) (2011): Elektronische Petitionen und Modernisierung des Petitionswesens in Europa (Autoren: Riehm, U., Böhle, K., Lindner, R.). Endbericht, TAB-Arbeitsbericht Nr. 146, Berlin (im Erscheinen)

Werle, R. (2002): 20 Jahre Internet. Entwicklungspfad und Entwicklungsperspektiven. In: Handel, K. (Hg.): *Kommunikation in Geschichte und Gegenwart*. Freiberg, S. 143–159

White, M. (2010): Clicktivism is ruining leftist activism. Reducing activism to online petitions, this breed of mar-

keteering technocrats damage every political movement they touch. In: *The Guardian*, 12.8.2010

Zittel, T. (2009): Entmedialisierung durch Neue Digitale Medien? Direkte Wählerkommunikation im WWW aus der Sicht von Abgeordneten des Deutschen Bundestages. In: *Politische Vierteljahresschrift, Sonderheft 42*, S. 366–389

---

## KONTAKT

Ulrich Riehm  
0721 608-23968  
[riehm@tab-beim-bundestag.de](mailto:riehm@tab-beim-bundestag.de)

# NANOTECHNOLOGIE: SMALL PARTS – GREAT FUTURE?

Die nach wie vor hohen Erwartungen an die Nanotechnologie basieren auf ihrem Potenzial, Materialeigenschaften für gänzlich neue Anwendungen generieren zu können sowie neuartige Architekturen und Prozessabläufe zu realisieren und durch den kontrollierten Aufbau makroskopischer Körper aus atomaren und molekularen Bausteinen deren Eigenschaften gezielt einzustellen. Deshalb werden von der Nanotechnologie Impulse für ein breites Spektrum gesellschaftsrelevanter Anwendungsfelder und Innovationen in nahezu allen Technologie- und Industriezweigen erwartet: In der IuK-Technologie wird intensiv an neuen Rechnerarchitekturen gearbeitet, die mit DNA- und Quantencomputing irgendwann die herkömmliche Siliziumelektronik ablösen sollen. In der Energietechnik könnte Nanotechnologie durch neue Materialien innovative Impulse auslösen; neuartige Nanopartikel könnten chemische Katalyse- und Produktionstechniken revolutionieren. In der Medizin schließlich sind nanobasierte Therapeutika und Wirkstoffträger in der Entwicklung, die zielgenau positioniert und dosiert werden sowie die Immunabwehr oder die Blut-Hirn-Schranke überwinden können.

Wegen des Potenzials zur grundlegenden Veränderung ganzer Technologiefelder (Systeminnovation) wird die Nanotechnologie als eine Schlüsseltechnologie angesehen, die in (naher) Zukunft erhebliche ökonomische, ökologische und soziale Auswirkungen mit sich bringen kann. Der Nobelpreisträger für Chemie und Nanoexperte Richard Smalley (1999) hat schon vor über einem Jahrzehnt die erwartbaren Folgen so beschrieben: »The impact of nanotechnology on health, wealth, and the standard of living for people will be at least the equivalent of the combined influences of microelectronics, medical imaging, computer-aided engineering, and man-made polymers in this century.« Diese Einschätzung ist zwar teilweise spekulativ, beruhte aber schon damals auf der Beobachtung und Analyse konkreter Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten.

## HEILS- UND SCHRECKENSVISIONEN

Noch einen Schritt weiter gehen verschiedene visionäre Vorstellungen, die insbesondere deshalb von Bedeutung sind, weil sie die öffentliche Wahrnehmung der Nanotechnologie häufig dominier(t)en und sowohl im Feuilleton, aber zum Teil auch in Fachkreisen

breit diskutiert wurden bzw. werden. Diesen Visionen unterliegt die Vorstellung, dass es zukünftig gelingt, Materie beliebig zu manipulieren und nach eigenen Wünschen Atom für Atom, Molekül für Molekül zusammenzusetzen. Klar ist, dass je nach persönlichem Standpunkt daraus entweder Heils- (»hope«) oder Schreckensvisionen (»fear«) abgeleitet werden können. Allen voran hat der amerikanische Technikvisionär – wenn auch vielerorts als wissenschaftlicher Außenseiter betrachtete – K.E. Drexler mit seinem »Foresight Institute« solche Diskussionen angestoßen und zugleich den Begriff »molekulare Nanotechnologie« für seine – überwiegend optimistische – Zukunftsvision von künstlichen, bakterienähnlichen, selbstreplizierenden, intelligenten Nanomaschinen (»assembler«) geprägt (Drexler 1986; Drexler/Peterson 1994). Seine nanofuturistischen Visionen prognostizierten zudem massive Umwälzungen der Gesellschaft und der »conditio humana« durch die Nanotechnologie. Er, wie auch B. Joy (2000), entwickelte aber auch explizite Horrorvisionen einer Vernichtung allen Lebens, beispielsweise durch außer Kontrolle geratene, selbstreplizierende Nanomaschinen. Diese Art des Nanofuturismus ist wiederum Teil einer umfassenderen technikvisionären Weltanschauung, die

zumeist unter dem Label »Transhumanismus« firmiert (Coenen 2010).

Zugleich beruhen diese Visionen Drexlers, Joys und anderer Futuristen und Technikvisionäre zum großen Teil auf Annahmen zum zukünftigen Zusammenwirken mehrerer neuer (oder auch schon bekannter) Technologien (hierzu auch der Beitrag von A. Sauter zur Synthetischen Biologie). Durch solche Visionen zur Konvergenz verschiedener Technologien werden die Hoffnungen auf umfassende, tiefgreifende Veränderungen der Bedingungen menschlicher Existenz beflügelt. Aus dieser Perspektive wird die Nanotechnologie auch von administrativer Seite als ein disziplinenübergreifendes Element der inter- und transdisziplinären Forschung und Entwicklung verstanden und unter dem Label »Converging Technologies« eine Konvergenz der Nanotechnologie mit Biotechnologie, Informationstechnologie, Ingenieurwissenschaften und weiterer Technologiefelder propagiert (BMU 2010).

Die Begeisterung, die insbesondere optimistische futuristische Visionen wecken können, wurde beispielsweise zu Beginn der 2000er Jahre in den USA bewusst als Mittel zur Förderung der Technologieentwicklung eingesetzt. Eine solche Strategie des »hope and hype« ist aber immer eine Gratwanderung. Neben positiven Effekten dieser Strategie (z.B. als Anreize für den wissenschaftlichen Nachwuchs oder zum Wecken sowie Wachhalten von politischem und wirtschaftlichem Interesse) sind auch negative Konsequenzen denkbar: So besteht zum einen die Gefahr, dass die Erwartungen an die Nanotechnologie zu hoch geschraubt und Enttäuschungen dadurch unvermeidlich werden. Zum anderen kann unbeabsichtigt auch die Kehrseite des optimistischen Futurismus – ein mit Weltuntergangssängsten und Schreckensvisionen verbundener pessimistischer Futurismus – popularisiert werden. Daher ist

eine kritische Auseinandersetzung mit den Schreckensvisionen, selbst wenn sie deren Popularität zunächst noch vergrößert, ein wesentlicher Beitrag zu einer rationalen, problemadäquaten Diskussion über Chancen und Risiken der Nanotechnologie (TAB 2008).

## WAS IST NANOTECHNOLOGIE?

Als Namensgeber und insofern »Gründungsvater« der Nanotechnologie gilt der 1988 verstorbene amerikanische Physiker und Nobelpreisträger Richard Feynman, der bereits 1959 in einem Vortrag (»There's plenty of room at the bottom«) die technischen Möglichkeiten der Nanoskala prognostizierte und die Vision beschrieb, auf der atomaren Ebene gezielt zu konstruieren (»arrange the atoms one by one the way we want them«). Feynman (1959) nahm an, dass es kein Gesetz der Physik ausschließe, einzelne Atome zu bewegen. Demnach müsste es möglich sein, Materie auf atomarem Niveau zu manipulieren. So ließe sich z.B. die gesamte »Encyclopedia Britannica« in einem Staubkorn unterbringen, wenn jedes Atom ein Bit trüge. Die atomare Schrift würde jedoch nur mit einem »Super-Elektronenmikroskop« zu lesen sein. Dies präsentierten 30 Jahre später (1990) D. Eigler und E. Schweizer von IBM Deutschland der erstaunten Presse in einer elektronenmikroskopischen Aufnahme: 35 Xenonatome auf einem Nickelkristall bildeten den Schriftzug »IBM« (Steinmüller 2006, S. 78).

Der konkrete Begriff »Nanotechnologie« wurde erstmals in den 1970er Jahren vom japanischen Forscher und Ingenieur Norio Taniguchi verwendet. Er beschrieb Arbeits- und Herstellungsmethoden mit einer Präzision im Nanometerbereich. Und genau diese Tatsache – die technologische Beherrschung dieser atomaren und molekularen Dimensionen – ist das eigentliche, neue und besondere an der Nanotech-

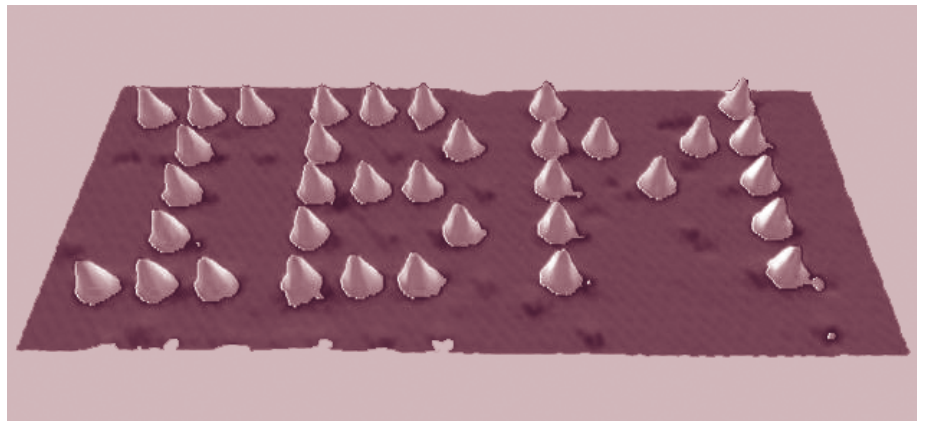
nologie und bietet die Möglichkeit der Optimierung von Produkteigenschaften in fast allen Wirtschaftsbranchen, wie z.B. in Energie-, Umwelt- und Informationstechnik, in der Medizintechnik und im Bereich von Gesundheit und Ernährung (VDI 2010, S. 19). Im Zuge der Etablierung des Begriffs »Nanotechnologie« hat dieser immer wieder einen Wandel durchlaufen (Decker 2006). Zumeist wird der Begriff für verschiedene wissenschaftliche Forschungsgebiete und technologische Entwicklungsrichtungen verwendet, die vor allem eines gemeinsam haben: Sie befassen sich mit Strukturen und Prozessen auf der Nanometerskala.

»Nano« – abgeleitet von »nanos«, dem griechischen Wort für Zwerg – weist somit zunächst einmal auf eine Größenordnung hin. Nanotechnologien wirken etwa im Bereich von 1 bis 100 Nanometern (nm), wobei 1 nm ein milliardstel Meter ist ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ). Anschaulich formuliert: Würde man einen Fußball zu einer Kugel von 1 nm Durchmesser schrumpfen, entspräche dies im gleichen Verhältnis einer Verkleinerung der Erdkugel auf Fußballmaße. Der Bereich der Nanotechnologien erstreckt sich somit von der Größe eines Atoms bis ungefähr zur Wellenlänge des sichtbaren Lichts. Dies sind Dimensionen, in denen sich auch die grundlegenden

biochemischen und molekularbiologischen Vorgänge abspielen. Zudem bezeichnet dies einen »Grenzbereich«, in dem das Verhalten von Materie nicht mehr nur mit den Gesetzen der klassischen Physik beschrieben werden kann. Es werden zunehmend Quanteneffekte spürbar: »Die Atome kleben aneinander. Teilchen tunneln durch Potentialbarrieren, die eigentlich für sie undurchdringlich sind, und sind nicht mehr voneinander zu unterscheiden. Das Licht geht um Ecken und nimmt eine körnige Struktur an.« (Steinmüller 2006, S. 77)

In der Nanotechnologie wird also nicht nur mit winzigen Dingen operiert, sondern sie zeichnet sich auch dadurch aus, dass hier spezifische Effekte genutzt werden, die (nur) in diesen Dimensionen auftreten. Unabhängig von der Bezugnahme auf die Größenordnungen besteht zudem die Tendenz, eine Vielzahl von schon etablierten und neuen Verfahren zu subsumieren, als Sammelbegriff für eine Vielzahl von Technologien, die sich mit Strukturen und Prozessen auf der genannten Nanometerskala befassen. Dieser Bereich wird sowohl durch den Einsatz neuerer physikalischer Instrumente und Verfahren auf dem Wege einer weiteren Verkleinerung derzeitiger Mikrosysteme erreicht als auch durch die Nutzung von

SCHRIFTZUG AUS 35 XENONATOMEN AUF EINER NICKEL-EINKRISTALL-OBERFLÄCHE



Quelle: Eigler/Schweizer 1990

Auf eine Konkretion der eher unscharfen »Definition« von Nanotechnologie konnte man sich auf internationaler Ebene noch nicht abschließend einigen. Unterschiedliche Ansichten gibt es u.a. bezüglich der Abgrenzungskriterien, z.B. Größe der Nanoobjekte und der durch die Verkleinerung von Strukturen, Schichten und Objekten geänderten funktionellen Eigenschaften. In die internationalen Diskussionen zur Erarbeitung einer global einheitlich handhabbaren Definition (EU-Kommission, CEN, OECD, ISO) ist Deutschland kontinuierlich eingebunden (Bundesregierung 2010). Als »Übergangslösung« wird zumeist das Technical Committee 229 der International Organization for Standardization (ISO) mit folgenden Definitionen zitiert (BMU 2010):

- *Nanoobjekte*: Materialien, die entweder in ein, zwei oder drei äußeren Dimensionen nanoskalig (ca. 1 bis 100 nm) sind. Typische Vertreter sind Nanopartikel, Nanoplättchen und Nanofasern; zu letzteren gehören elektrisch leitende Fasern (Nanowires), Nanoröhrchen (Nanotubes) und feste Nanostäbchen (Nanorods).
- *Nanostrukturierte Materialien*: Diese haben eine innere nanoskalige Struktur und treten i.d.R. als Verbundsysteme von Nanoobjekten auf (z.B. Aggregat und Agglomerate), sind (laut ISO) dann aber nicht in ihrer physikalischen Größe oder Form begrenzt.

Bauplänen der belebten und unbelebten Natur zum selbstorganisierenden Aufbau von Materie.

## FORSCHUNGSPOLITISCHE AKTIVITÄTEN – VIEL »HOPE«

Selbstverständlich setzt(e) auch die Forschungspolitik auf »nano«. In keinem politischen Statement zu Zukunftstechnologien darf ein Verweis auf die Potenziale der Nanotechnologien fehlen. Den Terminus »Nanotechnologie« machte sich die Forschungspolitik bereits seit Ende der 1980er Jahre verstärkt zu eigen. Besonders in den USA begründete er seitdem vielfältige Förderaktivitäten, die 1999 einen ersten Höhepunkt mit dem Start der Nationalen Nanotechnologie-Initiative (NNI) erreichte, die vom damaligen Präsidenten Clinton unter Bezug auf Feynmans »Vision« öffentlichkeitswirksam angekündigt wurde (Böl et al. 2010). Seit Ende der 1990er Jahre wird die Entwicklung und Etablierung als Schlüsseltechnologie in allen Hightech-Regionen der Welt durch immense staatliche Förderprogramme unterstützt. Jeder Staat, der seine Spit-

zenforschung voran bringen will, fördert das Feld intensiv.

In Deutschland wurde etwa seit Beginn der 2000er Jahre regierungsseitig, aber auch durch verschiedene Initiativen des Deutschen Bundestages, ein umfassendes politisches Handlungsprogramm für die Nanotechnologie formuliert, das u.a. verschiedene Aktionsrahmen und Initiativen beinhaltet, vielfältige Diskurse, Dialoge und Kommunikationsplattformen unter Beteiligung von Wissenschaft, Unternehmen, Regierung, Verbänden und Öffentlichkeit generierte, die Förderung verschiedener Projekte zur Sicherheitsforschung vorantrieb sowie kontinuierliche Statusquo-Berichte vorsah (TAB 2009). Um die Potenziale der Nanotechnologie für Deutschland strategisch umfassend weiterzuentwickeln und in Anwendungen zu überführen, wurde Mitte des Jahrzehnts der »Aktionsplan 2010« implementiert und Ende des Jahrzehnts mit dem »Aktionsplan Nanotechnologie 2015« fortgeschrieben. Dieser soll »die gemeinsame Plattform für einen erfolgreichen und nachhaltigen Umgang mit der Nanotechnologie in allen ihren Facetten bilden« (BMBF 2010).

Auch die Europäische Union will mit Blick auf Forschungsförderung und Regulierung sowie Gesundheitsvorsorge 2011 einen neuen Aktionsplan verabschieden, der die Strategien bis 2015 festlegt. Allein im bis 2013 laufenden 7. EU-Forschungsrahmenprogramm wurde bislang weit über 1 Mrd. Euro Fördermittel im Bereich Nanotechnologie investiert (BMBF 2010).

In Deutschland fördert die öffentliche Hand Nanotechnologien mit ca. 500 Mio. Euro im Jahr. Ein Großteil davon entfällt auf das BMBF, das ein weites Netzwerk an Kompetenzzentren unterstützt, z.B. für Nanoanalytik, Nanomaterialien, Nanoelektronik, Nanooptik, Nanobiotechnologie, Nanochemie, ultradünne Schichten und molekulare Architekturen u.v.a.m. Mit einer Forschungsquote von 14 % (FuE-Ausgaben in Relation zum Gesamtumsatz) zählt der Nanosektor gegenwärtig zu den forschungsintensivsten Technologiefeldern in Deutschland. Global zeichnet sich ein Wettlauf »Kopf an Kopf« ab. Die EU, die USA und Japan investieren jedes Jahr ca. 1 Mrd. Euro öffentlicher Mittel in Nanotechnologien. Rechnet man die Ausgaben der Industrie und anderer bedeutender Staaten (Frankreich, UK, Korea, China, Russland) mit ein, dürfte die Summe weltweit inzwischen bei deutlich über 5 Mrd. Euro pro Jahr liegen (BMBF 2010; Bundesregierung 2010; VDI 2010).

## MARKTCHANCEN UND -HOFFNUNGEN – VIEL »HYPE«

Auf den Weltmärkten eröffnet die Nanotechnologie (Hoffnungen auf) neue Chancen durch kleinere, schnellere, leistungsfähigere und intelligentere Systemkomponenten für neue Produkte mit neuartigen oder auch verbesserten Funktionalitäten. Es existieren verschiedene Abschätzungen von Marktforschungsinstitutionen, die die

»Hebelwirkung« der Nanotechnologie anhand globaler Marktpotenziale nanooptimierter Produkte zu quantifizieren versuchen. Eine regionale Eingrenzung ist aufgrund der internationalen Verflechtung der Märkte jedoch kaum möglich. Der von in Deutschland ansässigen Unternehmen weltweit generierte Umsatz in der Nanotechnologie wurde für das Jahr 2007 auf 33 Mrd. Euro geschätzt (Bundesregierung 2010, S. 12). Mittlerweile arbeiten allein in Deutschland an die 1.000 Unternehmen an der Entwicklung, Herstellung und Vermarktung nanotechnologischer Produkte und Verfahren, etwa 80 % davon sind KMU; mehr als 60.000 Industriearbeitsplätze hängen vom Einsatz von Nanotechnologien und -materialien ab (BMU 2010).

Allerdings ist eine exakte Angabe des Marktvolumens von nanomaterialhaltigen Produkten aufgrund des Querschnittscharakters der Nanotechnologie und der schwierigen Eingrenzbarkeit des Begriffs »nano« nicht möglich. Zudem haben die jeweiligen »Marketingabteilungen« längst begriffen, dass das Label »nano« »hype« ist. Und somit wird jedem Produkt, das beispielsweise ultrafeine bzw. generell winzige Partikel aufweist und dessen Oberfläche irgendwie feiner (als zuvor) strukturiert ist, schnell der Stempel »nano« aufgedrückt. Ungeachtet der prinzipiellen Ungenauigkeiten gehen Marktforscher davon aus, dass aktuell das weltweite Marktvolumen 100 oder gar mehrere 100 Mrd. Euro beträgt, mit stark steigender Tendenz (VDI 2010). So wird bereits für das Jahr 2015 das branchenübergreifende, weltweite Marktvolumen, welches die Nanotechnologie zu beeinflussen vermag, auf über 1 Billion Euro geschätzt (BMBF 2010). Das Marktpotenzial der Nanotechnologie entspräche damit im Jahr 2015 etwa 15 % des weltweiten Industriegütermarktes. Dies würde bedeuten, dass dann ein großer Teil der globalen Güterproduk-

tion, z.B. in den Bereichen Chemie, Pharmazie, Lebensmittel, Verpackung, IKT, Automobil- und Maschinenbau sowie Energie- und Umwelttechnik, auf der Anwendung nanotechnologischer Know-hows basiert (VDI 2010, S. 34). Doch solche Hochrechnungen sind sehr spekulativ, insbesondere wird bei den meisten Produktanalysen nicht allein der Nanoanteil am Produkt bewertet (beispielsweise wird beim Produkt »Sonnenmilch« üblicherweise statt mit dem Anteil der Titanoxidnanopartikel mit dem vollen Preis der Flaschen gerechnet). Auch ist nicht überall, wo »nano« draufsteht, auch wirklich »nano« drin. Doch selbst nach konservativen (bzw. nachvollziehbaren) Schätzungen soll Mitte des Jahrzehnts bei etwa 10 % aller Waren Nanotechnologie tatsächlich eine Rolle spielen (Steinmüller 2006, S. 76).

### ÖFFENTLICHE WAHRNEHMUNG UND RISIKODISKURSE – MEHR »FEAR«

Während die Nanotechnologie also einerseits als Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts gepriesen wird, mit deren Hilfe sich u.a. sogar Klimawandel, Krankheiten und Welternährungsprobleme besser bekämpfen lassen sollen, ergibt sich beim genaueren Blick – beispielsweise auf die bisher auf dem Markt befindlichen Produkte – ein eher ernüchterndes Bild: Zwar drängt eine Vielzahl von Alltagsprodukten auf den Markt, jedoch mit zumeist unklarem Nutzen oder Mehrwert. Zudem lassen insbesondere die beschworenen Durchbrüche wie etwa im Hinblick auf Ressourcenschonung bei der Herstellung, im Verbrauch sowie bei der Umweltschutztechnologie insgesamt weiter auf sich warten.

Zugleich sind ganz grundlegende Fragen u.a. nach den Risiken nach wie

vor ungeklärt: Nanostrukturen können z.B. durch Emissionen in der Produktion oder durch den Gebrauch entsprechender Produkte in die Umwelt gelangen. Die potenziellen Folgewirkungen auf Mensch und Umwelt sind weder für kürzere noch für längere Zeiträume hinreichend bekannt und haben einen entsprechenden Risikodiskurs konstituiert. Zwar setzte die Politik (in Deutschland) im Interesse von Wirtschaft und Verbrauchern relativ frühzeitig auf eine dezidierte Folgenabschätzung sowie gesellschaftliche und politische Begleitung dieser Technologie: Es wurden umfangreiche Forschungsprogramme aufgelegt, neue wissenschaftliche Institute gegründet, gemeinsame Kommissionen unterschiedlicher Akteursgruppen eingerichtet und zahlreiche öffentliche Dialogforen initiiert (Bundesregierung 2010, S. 12 f.). Gleichwohl können auf Grundlage des aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisstandes noch keine eindeutigen Aussagen gemacht werden, welche Nanomaterialien in welcher Konfiguration besondere Gefahren für Mensch und Umwelt bergen. Vor allem das Einatmen von im biologischen Milieu beständigen nanomaterialhaltigen Stäuben wird gegenwärtig mit erhöhten gesundheitlichen Risiken assoziiert, da diese Stäube bis in die Lungenbläschen vordringen und dort bei Biobeständigkeit zu Entzündungen und chronischen Erkrankungen (bis hin zu Krebs) führen können.

Neben dem gesundheitsbezogenen Risikodiskurs gehören zum (notwendigen) Diskurs über Nanotechnologien auch grundsätzliche ethische und gesellschaftliche Fragestellungen, u.a. zu Privacy- und Datenschutzaspekten angesichts immer leistungsfähigerer Methoden einer sensorischen Überwachung sowie der Gewinnung, Speicherung und Übermittlung medizinischer und/oder von Lifestyle-daten unter Einsatz von nanobasierten

Produkten und Verfahren. Ebenfalls von Relevanz sind bioethische Aspekte, insbesondere im Hinblick auf Eingriffe in den menschlichen Organismus, bei der individualisierten Medizin sowie bei grundlegenden Fragen nach dem Menschenbild und zum Verhältnis von Mensch und Maschine (Grunwald 2008), die durch den Einsatz von Nanotechnologien relevant werden können. Von entscheidender Bedeutung ist es, diese Fragen wissenschaftlich zu reflektieren und in der Öffentlichkeit zu diskutieren, um adäquate Lösungen zu entwickeln und Perspektiven aufzeigen zu können. Dabei sollten jedoch sowohl Risikofragen als auch ethische Aspekte jeweils im Kontext der konkreten Anwendungsfelder der Nanotechnologie bewertet werden, denn die ausschließliche Fokussierung auf den Größenmaßstab der Nanotechnologie ist kein sinnvolles Kriterium zur spezifischen Bewertung dieses Technologiefeldes (BMBF 2010, S. 35).

Insgesamt kann konstatiert werden, dass vor dem Hintergrund der Entwicklung der Nanotechnologie zu einer schnell als solcher erkannten Schlüsseltechnologie auch die geistes- und sozialwissenschaftliche »Begleitforschung« relativ frühzeitig als ein wesentlicher »Diskurspartner« begriffen wurde. Standen zunächst sozioökonomische Aspekte im Vordergrund, so gelangten alsbald im umfassenden Sinn auch die gesellschaftlichen, ethischen und rechtlichen Implikationen in den Fokus (Coenen 2010; TAB 2008). In diesem Prozess, der nicht nur von der Wissenschaft, sondern auch – besonders in den USA – von Wissenschaftsmanagern und der Politik selbst vorangetrieben wurde, herrschte (anfangs noch) ein eher traditionelles Verständnis der Wissenschafts- und Risikokommunikation vor, wonach zunächst gewährleistet werden sollte, die Menschen über die Nanotechnologien unter Betonung der Chancen aufzuklä-

ren (Böl et al. 2010, S. 14). Als Gegenstück insbesondere zu nanofuturistischen (Schreckens-)Visionen (z.B. Joy 2000) wurden nämlich die weitreichenden Chancenerwartungen vielfach und recht intensiv medial vermittelt in der Kommunikation mit der Öffentlichkeit eingesetzt, was wiederum umgehend kritisch in den Medien und in der Öffentlichkeit debattiert wurde. Zugleich war ein weiterer Aspekt des Nanodiskurses die Sorge, ob in Bezug auf die Nanotechnologie ggf. eine stark überzogene Erwartungshaltung entstehen könnte, mit darauf notwendigerweise folgenden Enttäuschungen, u.a. vor dem Hintergrund extrem weitreichender (positiver) Visionen (u.a. Roco/Bainbridge 2002), die insbesondere in den USA in einer Strategie des »hype and hope« entwickelt worden waren (Paschen et al. 2004).

Im weiteren Verlauf zeigte sich, dass die politischen und wissenschaftlichen Diskussionen zur Nanotechnologie auch von der Sorge getragen waren, die Öffentlichkeit bzw. letztlich die Verbraucher könnten auf die neu implementierte Schlüsseltechnologie mit ähnlichen Befürchtungen zu Risiken und infolge davon mit Ablehnung reagieren, wie dies schon bei einigen Teilbereichen der Bio- und Gentechnologien geschehen war (z.B. Grüne Gentechnik, Klonen). So bestand u.a. aufgrund von wiederholten und nachdrücklichen Warnungen seitens einiger Nichtregierungsorganisationen – vor allem der ETC (2006) – die Sorge, »dass in der Risikowahrnehmung denkbare gesundheitliche und ökologische Auswirkungen zu einer pauschalen Ablehnung der Nanotechnologie führen könnten« (Böl et al. 2010, S. 15). Dass eine solche Sorge nicht prinzipiell unbegründet war und ist, und dass deshalb eine transparente und differenzierende Problematisierung bzw. Informationsvermittlung zur Nanotechnologie und den daraus resultierenden jeweiligen spezifischen Produktionsabläufen, Produkten und

Anwendungen notwendig ist, konnten etliche Studien verdeutlichen (Fleischer et al. 2010).

Insbesondere vor dem Hintergrund, dass Nanomaterialien zunehmend auch in verbrauchernahen Produkten eingesetzt werden und damit eine zunehmende und stärkere Exposition von Beschäftigten, Verbrauchern und der Umwelt wahrscheinlich wird, bewerten die Verbraucher mittlerweile die Anwendungsbereiche differenziert und verlangen beispielsweise nach einer expliziten Kennzeichnung. Insbesondere gewinnen mit der Verbreitung nanotechnologiebasierter Alltagsprodukte wie Kosmetika, Reinigungsmittel, Kleidung und Haushaltsgegenstände die Aspekte Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz stetig an Bedeutung (Fleischer/Quendt 2007). Doch die Information über die Verwendung von Nanomaterialien in Produkten ist in Deutschland bzw. in Europa gesetzlich nicht (einheitlich) geregelt, sondern obliegt bislang zumeist der Entscheidung des Produktherstellers (so wird z.B. erst ab 2013 die Kennzeichnung von nanoskaligen Bestandteilen in Kosmetika in Europa verpflichtend) (BMBF 2010, S. 29). Dabei werden insbesondere der Lebensmittel- und Gesundheitssektor als diejenigen Anwendungsfelder angesehen, in denen es am ehesten zu Kontroversen kommt. Es ist zudem davon auszugehen, dass der Umgang der relevanten Akteure mit den Informations- und Sicherheitsbedürfnissen der Verbraucher deren Einstellungen und Wahrnehmungen maßgeblich beeinflussen wird (Böl et al. 2010; Sigrist et al. 2007). Dies ließ sich beispielsweise in Deutschland, Großbritannien und in der Schweiz im Rahmen verschiedener öffentlicher Dialogverfahren und Verbraucherkonferenzen identifizieren. Nach Möller et al. (2009, S. 110) lassen sich dabei im Einzelnen folgende von Verbrauchern erhobene relevante Forderungen nennen:

- Kennzeichnung, um eine Auswahl beim Kauf eines Produkts zu ermöglichen und um Produkttäuschung zu vermeiden;
- aktive Informationspolitik über Forschungsvorhaben und Initiierung öffentlicher Diskussionen;
- umfangreichere Risikoforschung, Risikovorsorge und entsprechende Maßnahmen des Risikomanagements;
- Zulassungsverfahren für nanoskalierte Stoffe in Lebensmitteln oder ergänzende Prüfung von bereits zugelassenen Stoffen dann, wenn diese nanoskalig vorliegen.

Deutlich sind insgesamt die Wechselwirkungen bzw. auch die Gegensätze von Erwartungshaltungen und realen Nutzenwahrnehmungen. Und genau dieses Wechsel- und Zusammenspiel kann letztlich die (weitere) Entwicklungsrichtung und Implementierung eines Technologiefelds stark beeinflussen: »Verbraucherentscheidungen können das kritische Korrektiv in Bezug auf überzogene Erwartungen darstellen. Zugleich könnten überzogene Erwartungen Verbraucher auch gegenüber einem ganzen Forschungsfeld misstrauisch machen und Investoren in der Konsequenz davon abhalten, zu dessen Weiterentwicklung beizutragen.« (Böl et al. 2010, S. 15)

## INNOVATIONSKULTUR – PRAGMATISCHER UMGANG MIT CHANCEN UND RISIKEN

Wie Umfragen zeigen, wurden in der Öffentlichkeit etwa in der Mitte des vergangenen Jahrzehnts die Nanotechnologien zunächst von der Mehrheit der europäischen Bürgerinnen und Bürger als insgesamt nützlich für die Gesellschaft und nicht besonders risikoreich eingeschätzt. Die meisten sprachen sich laut Europabarometer-Umfrage dementsprechend dafür

aus, die Nanotechnologien zu fördern (Gaskell et al. 2006). Auch neuere empirische Studien zur Risikowahrnehmung der Nanotechnologie lassen die Sorge einer generellen Ablehnung der Nanotechnologie in der Bevölkerung als eher unbegründet erscheinen. Eine repräsentative Befragung der Bevölkerung zur Risikowahrnehmung (Zimmer et al. 2008) ergab, dass sich zwei Drittel der Befragten mehr Nutzen als Risiken durch die Nanotechnologie versprechen und positive Erwartungen besonders mit Blick auf medizinische Anwendungen bestehen. Zu berücksichtigen ist hierbei allerdings, dass viele Befragte sich zu Chancen und Risiken der Nanotechnologie äußern, obgleich sie nur wenige oder keine Kenntnisse zur Technologie besitzen, wie viele Studien aus etlichen Ländern zeigen (von Rosenblatt et al. 2007; Siegrist et al. 2007). Doch gleichzeitig fehlte – wie aufgezeigt – noch vielfach spezifisches Wissen über die Risiken der Nanotechnologien in Produktion und Anwendung und veranlassten viele Regierungen und zuständige Behörden, intensiver als bisher nicht nur über die möglichen Auswirkungen dieses Technologieeinsatzes nachzudenken, sondern konkrete Regulierungs- oder auch Vorsorgemaßnahmen in den Blick zu nehmen.

Unzweifelhaft ist, dass im Umgang mit dieser Problematik eine verantwortliche Abschätzung der Chancen und Risiken für den Einzelnen und für die Gesellschaft notwendig ist und entsprechende Diskurse transparent, öffentlich und kontinuierlich geführt werden müssen. Neben solchen Debatten – die sich auf konkrete Aspekte von Nanomaterialien und -produkten beziehen sowie auf mögliche Auswirkungen auf Mensch und Umwelt – lassen sich im Kontext der geistes-, kultur-, politik- und sozialwissenschaftlichen Diskurse und Begleitforen verschiedene Aktivitäten und Diskussionen identifizieren, die sich beispielsweise mit

der Frage beschäftigen, welche Möglichkeiten grundsätzlich in der Gesellschaft bestehen, auf einem Technologiefeld wie dem der Nanotechnologien eine »Innovationskultur« zu entwickeln bzw. zu implementieren (Kahan et al. 2009). Zu einer solchen Innovationskultur gehört beispielsweise die diskursive Entwicklung und Etablierung von Leitbildern, die den Prinzipien der Nachhaltigkeit und/oder der sozioökologischen Vorsorge verpflichtet sind. Die notwendige und zugleich politisch wünschenswerte Intention wäre dementsprechend das Erreichen eines sinnvollen Maßes an »Orientierung« sowie »Reduzierung der Komplexität« des Technologiefelds in der Wahrnehmung der Gesellschaft. Im Sinne einer »dialogischen Leitbildkonzipierung« könnte dies dazu beitragen, Unsicherheiten über mögliche Chancen, Risiken, Erfolge und Misserfolge der Entwicklung und des Einsatzes innovativer Schlüsseltechnologien zu reduzieren, unnötige Hemmnisse für eine Etablierung der Technologie abzubauen oder auch einen unangemessenen »hype« und hieraus resultierenden überschießenden »technology push« zu vermeiden.

Schließlich geht es auch um ein verändertes Verständnis der Rolle (z.B. auch der kulturellen Aspekte) von Wissenschaft (bzw. deren Methoden zur Erkenntnisgewinnung) in der Gesellschaft und die stärkere Verankerung dieses (neuen) Verständnisses in der Politik. In der Perspektive eines partizipativen Diskursansatzes wären »die lebensweltlich basierten Einschätzungen von Laien nicht mehr als Ausdruck zu überwindender Wissensdefizite anzusehen« und »die Triebkräfte wissenschaftlich-technischen Fortschritts umfassend und unter Aufgabe traditioneller Konzeptionalisierungen zu analysieren« (Böl et al. 2010, S. 14). In den letzten Jahren haben sich diese Ansichten bzw. Erkenntnisse – den USA folgend – auch in Europa stärker

entwickelt. Niedergeschlagen hat sich dies dementsprechend in der Wahrnehmung der Nanotechnologie in der Öffentlichkeit bzw. in den Diskussionen über deren öffentliche Wahrnehmung. Dabei kristallisiert sich u.a. heraus, dass die kulturellen, politischen und weltanschaulichen Einstellungen der (jeweiligen) Bevölkerung die Wahrnehmung von Chancen und Risiken sowie die – auch politische – Beurteilung der Nanotechnologie wesentlich mitbestimmen (Currall 2009; Fleischer et al. 2010; Kahan et al. 2009).

Von den USA (und zum Teil auch anderen europäischen Ländern), wo die Nanotechnologie in einem eher technikphilien Rahmen politisch kommuniziert wurde und wird (TAB 2008), hebt sich der von der Nanokommission vertretene deutsche Politikansatz insofern ab, als das Vorsorgeprinzip sowie Nachhaltigkeits- und Umweltaspekte betont werden (BMU 2010) – Aspekte, die in Deutschland schon seit längerer Zeit eine besondere Bedeutung in Gesellschaft und Politik besitzen. Damit wird an weithin geteilte kulturelle und politische Prägungen angeknüpft – ohne dabei den Innovationsaspekt zu vernachlässigen (Grunwald 2008). In der Summe entspricht dies einem konstruktiven Diskursansatz, einer »Hope-, Hype- und Fear-Technologie« eine konsensfähige und nachhaltige Entwicklungsrichtung aufzuzeigen.

*Christoph Revermann*

## LITERATUR

- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2010): Aktionsplan Nanotechnologie 2015. Bonn
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2010): Verantwortlicher Umgang mit Nanotechnologien. Bericht und Empfehlungen der Nanokommis-
- sion (der Deutschen Bundesregierung) 2011. Bonn/Berlin
- Böl, G.-F., Epp, A., Hertel, R. (Hg.) (2010): Wahrnehmung der Nanotechnologie in internetgestützten Diskussionen. BfR Wissenschaft 04/2010, Berlin
- Coenen, C. (2010): Deliberating Visions: The Case of Human Enhancement in the Discourse on Nanotechnology and Convergence. In: Kaiser, M., Kurath, M., Maasen, S., Rehmann-Sutter, C. (eds.): Governing Future Technologies. Nanotechnology and the Rise of an Assessment Regime. *Sociology of the Sciences Yearbook* 27, S. 73–87
- Currall, S. (2009): New insights into public perceptions. In: *Nature Nanotechnology* 4, S. 79–80
- Decker, M. (2006): Eine Definition von Nanotechnologie: Erster Schritt für ein interdisziplinäres Nanotechnology Assessment. In: Nordmann, A., Schummer, J., Schwarz, A. (Hg.): *Nanotechnologien im Kontext. Philosophische, ethische und gesellschaftliche Perspektiven*. Berlin, S. 33–48
- Bundesregierung (2010): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten René Rösler, Iris Gleicke, Dr. Ernst Dieter Rossmann, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der SPD – Drucksache 17/3557 – Stand und Perspektive der Nanotechnologien. Deutscher Bundestag, Drucksache 17/3771, Berlin
- Drexler, E. (1986): *Engines of Creation*. New York
- Drexler, E., Peterson, C. (1994): *Experiment Zukunft – Die nanotechnologische Revolution*. Bonn
- Eigler, D.M., Schweizer, E.K. (1990): Positioning single atoms with a scanning tunneling microscope. In: *Nature* 344, S. 524–525
- ETC (Action Group on Erosion, Technology and Concentration) (2006): *Nanotech Rx. Medical Applications of Nano-scale Technologies*. [www.etcgroup.org/en/materials/publications.html?pub\\_id=593](http://www.etcgroup.org/en/materials/publications.html?pub_id=593)
- Feynmann, R. (1959): There's Plenty of Room at the Bottom. Manuscript/Talk presented at the annual meeting of the American Physical Society at the California Institute of Technology, December 29th 1959. [www.zyvex.com/nanotech/feynman.html](http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html)
- Fleischer, T., Quendt, C. (2007): »Un-sichtbar und unendlich« – Bürgerperspektiven auf Nanopartikel. Ergebnisse zweier Fokusgruppen-Veranstaltungen in Karlsruhe. *Wissenschaftliche Berichte FZKA 7337*, Karlsruhe
- Fleischer, T., Hocke, P., Kastenholz, H., Krug, H.F., Quendt, C., Spangenberg, A. (2010): Evidenzbewertung von gesundheitsrelevanten Auswirkungen synthetischer Nanopartikel. Ein neues Verfahren für die Unterstützung von Governance-Prozessen in der Nanotechnologie? In: Aichholzer, G., Bora, A., Bröchler, S., Decker, M., Latzer, M. (Hg.): *Technology Governance. Der Beitrag der Technikfolgenabschätzung*. Berlin, S. 239–246
- Gaskell, G., Stares, S., Allansdottir, A., Allum, N., Corchero, C., Fischler, C., Hampel, J., Jackson, J., Kronberger, N., Mejlgaard, N., Revuelta, G., Schreiner, C., Torgersen, H., Wagner, W. (2006): *Europeans and Biotechnology in 2005: Patterns and Trends. Final report on Eurobarometer 64.3. A report to the European Commission's Directorate-General for Research*. [http://ec.europa.eu/public\\_opinion/archives/ebs/ebs\\_244b\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_244b_en.pdf)

Grunwald, A. (2008): Auf dem Weg in eine nanotechnologische Zukunft. Philosophisch-ethische Fragen. Freiburg

Joy, B. (2000): Why the future doesn't need us. [www.wired.com/wired/archive/8.04/joy.html](http://www.wired.com/wired/archive/8.04/joy.html)

Kahan, D., Braman, D., Slovic, P., Gastil, J., Cohen, G. (2009): Cultural cognition of the risks and benefits of nanotechnology. In: *Nature Nanotechnology* 4, S. 87–90

Möller, M., Eberle, U., Hermann, A., Moch, K., Stratmann, B. (2009): Nanotechnologie im Bereich der Lebensmittel. Zürich

Paschen, H., Coenen, C., Fleischer, T., Grünwald, R., Oertel, D., Revermann, C. (2004): Nanotechnologie. Forschung, Entwicklung, Anwendung. Heidelberg

Roco, M., Bainbridge, W. (Hg.) (2002): *Converging Technologies for Improving Human Performance*. Arlington

Siegrist, M., Keller, C., Kastenholz, H., Frey, S., Wiek, A. (2007): Laypeople's and Expert's Perception of Nanotechnology Hazards. In: *Risk Analysis* 27(1), S. 59–69

Smalley, R.E. (1999): U.S. House Testimony. [www.house.gov/science/smalley\\_062299.htm](http://www.house.gov/science/smalley_062299.htm)

Steinmüller, K. (2006): *Die Zukunft der Technologien*. Hamburg

TAB (Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag) (2008): *Konvergierende Technologien und Wissenschaften. Der Stand der Debatte und politischen Aktivitäten zu »Converging Technologies«* (Autor: Coenen, C.). TAB-Hintergrundpapier Nr. 16, Berlin

TAB (2009): *Nanotechnologie – nachhaltig und zukunftsfähig oder riskant für Mensch und Umwelt?* In: TAB-Brief 36, S. 26–27

VDI Technologiezentrum (2010): *Nanotechnologie in Ostdeutschland. Status Quo und Entwicklungsperspektiven. Zukünftige Technologien Nr. 86*, Düsseldorf

Von Rosenblatt, B., Schupp, J., Wagner, G.G. (2007): Nanotechnologie in der Bevölkerung noch wenig bekannt. In: *Wochenbericht des DIW* 45, S. 673–677

Zimmer, R., Hertel, R., Böl, G.-F. (Hg.) (2008): *Wahrnehmung der Nanotechnologie in der Bevölkerung. Repräsentativerhebung und morphologisch-psychologische Grundlagenstudie*. BfR Wissenschaft 03/2008, Berlin

---

## KONTAKT

Dr. Christoph Revermann  
030 28 491-109  
[revermann@tab-beim-bundestag.de](mailto:revermann@tab-beim-bundestag.de)

# SYNTHETISCHE BIOLOGIE: FINALE TECHNISIERUNG DES LEBENS – ODER ETIKETTENSCHWINDEL?

Die Synthetische Biologie liefert derzeit ein Paradebeispiel für eine »Hope-, Hype- und Fear-Technologie«. Sie steht einerseits in enger methodischer Verbindung mit der Gentechnik und ist andererseits diskursiv nah an der Nanotechnologie bzw. den sogenannten Converging Technologies. Ohne dass sich bislang ein Konsens über Wesen und Perspektiven der Synthetischen Biologie herausgebildet hätte, gilt sie manchen als die zentrale Entwicklungsrichtung der Biowissenschaften – und diese wiederum als prägend für das 21. Jahrhundert, nach der Physik im 19. und Chemie im 20. Jahrhundert. Wie der folgende Beitrag zeigt, kann eine gewisse Diskrepanz zwischen dem Ausmaß der zur Diskussion gestellten Erwartungen, Hoffnungen und Befürchtungen und der vorhandenen Wissensgrundlage bzw. konkreter absehbaren Anwendungsmöglichkeiten festgestellt werden.

Ein Charakteristikum von »Hope-, Hype- und Fear-Technologien« ist zweifelsohne, dass am Anfang jeder Auseinandersetzung mit ihnen die Frage nach ihrer Definition bzw. einem gemeinsamen Verständnis steht. Das erscheint zwar bei einer neuen Technologie oder einem neuen Wissenschaftszweig als geradezu zwangsläufig, bei den drei Beispielen Nanotechnologie (Beitrag von C. Revermann im Schwerpunkt), Converging Technologies (TAB 2008) und Synthetische Biologie hat die Frage nach Definition und Verständnis aber doch eine besondere Bedeutung: Gefragt wird nämlich, ob es die bisherige Erkenntnis-, Daten- und Technologielage überhaupt erlaubt, von einem neuen, abgrenzbaren Gebiet auszugehen – oder ob es sich nicht bloß um eine Neuetikettierung inkrementeller Fortschritte bzw. eine Namensgebung für längst Bekanntes handelt.

## AUF DER SUCHE NACH EINEM GEMEINSAMEN VERSTÄNDNIS

Nahezu in jedem Beitrag, der sich mit den Perspektiven, den Chancen und Risiken der Synthetischen Biologie befasst, wird reflektiert und Position dazu bezogen, wie sie unterschieden werden kann von einer bloßen Fortentwicklung der Gentechnik – die ihrerseits recht gut eingegrenzt werden kann, weil man die gezielte Veränderung von natürlich vorkommender DNA als Schnittmenge

aller gentechnologischer Anwendungen definieren kann.

Das dem derzeit laufenden TAB-Projekt zur Synthetischen Biologie zugrundeliegende Verständnis wurde folgendermaßen definiert (<http://www.tab-beim-bundestag.de/de/untersuchungen/u9800.html>): »Als Synthetische Biologie wird ein Fachgebiet im Grenzbereich von Biologie, Chemie, Biotechnologie, Ingenieurwissenschaften und Informationstechnologie bezeichnet. Es basiert auf den Erkenntnissen und Methoden der Molekular- und Systembiologie, insbesondere der Entschlüsselung kompletter Genome und den technologischen Fortschritten bei der Synthese und Analyse von Nukleinsäuren. Das der Synthetischen Biologie zugrundeliegende Konzept ist die Erzeugung neuer biologischer Systeme, die so nicht in der Natur vorkommen, sowie das Design von einzelnen Molekülen, Zellen und Organismen mit neuen Eigenschaften mithilfe molekularbiologischer Arbeitsschritte und standardisierter ingenieurwissenschaftlicher Prinzipien. Dabei werden verschiedene Strategien verfolgt:

- › maschinelle, synthetische Herstellung und Sequenzierung von DNA;
- › Synthese von Protozellen mit Merkmalen lebender Zellen mithilfe biochemischer Substanzen ohne konkretes biologisches Vorbild;
- › Konstruktion von Minimalzellen mit synthetisch hergestellten Genomen;

- › Integration artifizierender, biochemischer Systeme in Lebewesen zur Erzielung neuer Eigenschaften;
- › Aufbau chemischer Systeme (neue Biomoleküle) entsprechend biologischer Vorbilder, sodass diese bestimmte Eigenschaften von Lebewesen aufweisen;
- › Reduktion von Organismen auf rudimentäre Systemkomponenten zwecks Erzeugung biologischer, auf externe Reize reagierender Schaltkreise durch den Einbau standardisierter Biobausteine (»Biobricks«).

Diese Beschreibung vermeidet bewusst eine Vorabpositionierung zum Neuigkeitswert der Synthetischen Biologie und dient als Ausgangspunkt, um durch ein systematisches Erfassen von Anwendungspotenzialen und -risiken überhaupt diskutieren zu können, ob Begriff und Inhalte wirklich zukunftsweisend und relevant sind, d.h., ob überhaupt Anlass zu »hope and fear« besteht.

Einen Gegenpol zu einer solchen erst einmal suchenden Position bilden diejenigen Ansichten, die die Schaffung »künstlichen Lebens« als Kernziel der Synthetischen Biologie verstehen bzw. postulieren und in den Mittelpunkt der Betrachtungen stellen. Hieraus ergibt sich geradezu zwangsläufig die Frage nach der Legitimität von »playing god« als Metapher für die philosophische und theologische Diskussion über notwendige und wünschenswerte Grenzen menschlichen Handelns im Umgang mit der Natur. »Durch die Synthetische Biologie verschiebt sich der menschliche Umgang mit der Natur vom Paradigma der Manipulation zu dem der Kreation« schreiben beispielsweise Boldt et al. (2009, S. 80); »Vom Veränderer zum Schöpfer« lautet der Titel eines Beitrags des Leiters des TAB (Grunwald 2010a). Ähnliche Formulierungen wurden seit dem Aufkommen der Gentechnik in den 1970er Jahren bei fast jeder wichtigen

biomedizinischen Entwicklung (Pränatal- und Präimplantationsdiagnostik, Klonen, Stammzellnutzung) verwendet, und sie erzeugten zuverlässig öffentliche Aufmerksamkeit, die allerdings vor allem von »fear« und weniger von »hope« geprägt ist (s.u.).

Und wie könnte der »hype« entstehen? Woher können auf die Spitze getriebene Hoffnungen kommen? Diese lassen sich am ehesten erklären, wenn eine dritte Perspektive auf das Thema Synthetische Biologie gewählt wird, nämlich die Annahme des systematischen und synergistischen Zusammenwachsens biomedizinisch-naturwissenschaftlicher und technisch-ingenieurwissenschaftlicher Entwicklungen im Sinne von »Converging Technologies« (Coenen et al. 2009; TAB 2008). »Biology is becoming technology« und »Technology is becoming biology« – das sind laut Projekt »Making Perfect Life« der European Technology Assessment Group zwei Megatrends, die unsere technische und ökonomische Zukunft prägen werden (ETAG 2010). Auf Basis dieser Einschätzung liegt es nahe anzunehmen, dass die Synthetische Biologie als *die* Schlüsseltechnologie für die Lösung der Zukunftsprobleme der Menschheit geradezu prädestiniert ist, weil sie alle wichtigen Technologien vereinigt.

Insgesamt ist nicht nur im Fall der Synthetischen Biologie, sondern auch bei anderen technologischen Entwicklungen davon auszugehen, dass das Ausmaß von »hope, hype and fear« stark von der gewählten Perspektive und der daraus resultierenden Beschäftigung mit den Potenzialen resultiert. Die folgenden Überlegungen sollen drei Annahmen zur Synthetischen Biologie begründen:

- Hoffnungen im Sinn von Anwendungszielen gibt es bislang – erstaunlich – wenige bzw. sind wenig konkret.
- Übertreibungen schließen überwiegend an den Topos der Schaffung

künstlichen Lebens an – und haben weniger Strahlkraft, als man erwarten könnte.

- Aus mehreren Gründen halten sich bislang die mobilisierbaren Ängste in vergleichsweise engen Grenzen.

### »HOPE«: VERBESSERTE EINZELLER UND VIELFÄLTIGER ERKENNTNISGEWINN

Es sind immer wieder die gleichen Anwendungen der Synthetischen Biologie, die als Zukunftsperspektive genannt werden (z.B. in den Überblicksstudien zu den Potenzialen der Synthetischen Biologie in Kasten 2): Bioenergie- und Rohstoffgewinnung mit optimierten bzw. »neu konstruierten« Mikroorganismen, Biosensoren für die Umweltüberwachung und die medizinische Diagnostik sowie diverse Strategien zur Herstellung von Medikamenten, neuen Therapie- und Impfstoffvarianten.

Ein genauer Blick auf die bislang konkret verfolgten und etwas weiter entwickelten Anwendungen, wie er auf einem Workshop des vom BMBF geförderten Projekts Engineering Life ([www.engineeringlife.de](http://www.engineeringlife.de)) erfolgte (König et al. 2011), zeigt allerdings, dass sich praktisch kein bzw. kaum ein Beispiel finden lässt, das nicht auch als bloße Weiterentwicklung von seit längerem verfolgten molekularbiologischen und gentechnischen Verfahren verstanden werden kann – bzw. umgekehrt, dass qualitativ abgrenzbare Ansätze, wie die umfassende »Konstruktion« und »Implementation« neuer Stoffwechselwege in Bakterien oder Hefen oder gar das komplette De-novo-Design von Mikroorganismen derzeit noch Grundlagenforschung ohne Gewissheit der technischen Umsetzbarkeit und Nutzbarkeit darstellen.

Es stellt sich daher bei der Synthetischen Biologie in besonderem Maße die Frage, ob der aktuelle Forschungs-

stand wirklich ausreicht, um von einem neuen Entwicklungsstadium der angewandten Biowissenschaften oder gar einem Paradigmenwechsel sprechen zu können. Manche Wissenschaftler verstehen die Synthetische Biologie bislang auch eher als fast schon spielerische, experimentelle Nutzung neuer technischer Möglichkeiten ohne fundamental-strategische Bedeutung – etwa im Sinn des seit 2003 jährlich stattfindenden, vom Massachusetts Institute of Technology (MIT) ins Leben gerufenen Wettbewerbs »International Genetically Engineered Machine competition – iGEM« (<http://ung.igem.org>), bei dem Studentengruppen um die originellsten und zukunftsweisendsten Projekte unter Nutzung und Fortentwicklung von Biobricks konkurrieren. Der vielleicht größte Konsens unter beteiligten Wissenschaftlern könnte darin bestehen, dass die unter dem Label Synthetische Biologie versammelten Methoden eine wichtige Quelle für Erkenntnisgewinn in der Grundlagenforschung darstellen, insbesondere zur Funktionsweise von Genen und Genomen, aber auch von sonstigen Molekülen und Zellbestandteilen, ohne dass daraus direkte Anwendungsmöglichkeiten resultieren müssen.

### »HYPE«: »LEBEN 3.0« UND – MAL WIEDER – DIE RETTUNG DER WELT

Ein »hype« – als eine übertriebene Erwartungshaltung an das zukünftige Potenzial – kann im Fall der Synthetischen Biologie nur begrenzt an spektakuläre, leicht nach außen kommunizierbare wissenschaftliche Erfolge anschließen. Die vorrangige Dramatisierungsmöglichkeit ist das Bild der künstlichen Herstellung von Leben im Labor – das zwar einer seriösen Kritik kaum standhält, aber an eine jahrhundertealte kulturelle Tradition anschließen kann. Es verwundert daher auch nicht, dass einerseits

in den Geistes- und Kulturwissenschaften ein deutliches Interesse an einer interdisziplinären Auseinandersetzung mit der möglichen Bedeutung der Synthetischen Biologie entstanden ist (z.B. der Sammelband zur Tagung »Leben 3.0 und die Zukunft der Evolution« der Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften in Kooperation mit dem Medizinhistorischen Museum der Charité am 16./17.9.2010; Gerhardt et al. 2011) und sich andererseits auch die bildende Kunst, insbesondere in filmischer Umsetzung, dem Thema widmet (so im Mai dieses Jahres auf dem weltweit ersten thematischen Filmfestival Bio:Fiction in Wien; www.bio-fiction.com).

Als derzeitige Variante der Lebensherstellung wird von einigen Wissenschaftlern die Komplettsynthese von Genomen, also der zentralen Erbinformation einer Zelle bzw. eines Organismus, dargestellt. Nachdem dies bis zum Jahr 2005 mit den Genomen dreier Viren – darunter das rekonstruierte Virus der Spanischen Grippe von 1918 – gelungen war, konnten 2008 Wissenschaftler aus den Laboratorien von Craig Venter, dem wohl größten Medienstar unter den Genomforschern, die Komplettsynthese eines um ein Vielfaches größeren Bakteriengenoms berichten (hierzu und zum Folgenden Schummer 2011). Das bislang größte öffentliche Aufsehen erregte eine Pressemitteilung des J. Craig Venter Institute im Mai 2010, der zufolge Wissenschaftler die erste synthetische, sich selbst vervielfältigende Bakterienzelle hergestellt hätten. Wie Joachim Schummer in seinem Buch »Das Gotteshandwerk. Die künstliche Herstellung von Leben im Labor« betont, erfolgte in der Pressemitteilung eine ungewöhnlich ausführliche Darstellung der wissenschaftlichen Methodik, die spätestens bei oberflächlicher Lektüre der zugehörigen wissenschaftlichen Publikation deutlich gemacht hätte, dass es sich mitnichten um eine De-novo-Her-

stellung von Leben im Labor handelte, sondern lediglich um einen weiteren Schritt im Umgang mit großen DNA-Molekülen und einer gezielten Manipulation von Bakterienzellen. Gleichzeitig wurde aber die Botschaft von dem »synthetischen Genom« und der »synthetischen Zelle« so prominent gemacht und in Interviews weiter zugespitzt, dass als mediale Botschaft doch das künstliche Leben herauskam (Schummer 2011, S. 113 ff.). Dies geschieht auch durch die alltagssprachliche Gleichsetzung von »synthetischer Zelle« mit »künstlicher Zelle« (ohne natürliches Vorbild). Interessanterweise erfolgte die religiöse Aufladung im Sinne von »Gott spielen« im globalen Vergleich fast nur in katholisch-christlich (sowie hinduistisch) geprägten Ländern bzw. Medien (darunter ein Großteil der deutschen Presse), während protestantische, islamische und jüdische Stimmen eher das »Frankenstein«- oder »Büchse-der-Pandora-Bild« im Sinne einer Warnung vor möglichen unbeherrschbaren Gefahren heranzogen (Schummer 2011, S. 119 ff.).

Mit all diesen Bildern lassen sich leichter angsteinflößende (s.u.) als hoffnungsfrohe Botschaften zum angeblichen künstlichen Leben begründen – für letzteres bedarf es der Verbindung mit den großen Herausforderungen der Menschheit: Welternährung, Weltgesundheit, Weltenergie- und -rohstoffbedarf oder Lösung globaler Umweltprobleme. Allerdings scheint es so, dass der heutige Stand der Synthetischen Biologie es nicht so recht zulässt, diese positiven »Hype-Ziele« bzw. Visionen zu unterfüttern. Ein Grund dürfte sein, dass praktisch alle Beteiligten betonen, dass die Objekte der Manipulation auf absehbare Zeit Mikroorganismen bleiben werden. In der Medizin ergeben sich daraus mögliche Anwendungsperspektiven zur einfacheren und effizienteren Produktion von komplizierten Arzneimittelmolekülen oder zur Optimierung von Verfahren der Gentherapie durch bessere Vektoren, d.h.

»Genfähren« zur Einbringung der therapeutischen DNA- oder RNA-Moleküle. Beides sind keine revolutionär neuen Ansätze, sodass die Projektionen der Synthetischen Biologie daher in der Medizin derzeit keine völlig neuen Perspektiven bieten.

Eine »Hype-Botschaft« lässt sich am ehesten noch mit der nachwachsenden Roh- und Kraftstoffproduktion mithilfe von de novo »designten« Algen und anderen Einzellern verbinden. Als wegweisendes Ziel kann hier insbesondere die Lösung des Konkurrenzproblems des bisherigen Energiepflanzenanbaus mit der Lebens- und Futtermittelproduktion auf landwirtschaftlichen Flächen und dem Schutz natürlicher Ökosysteme definiert werden (u.a. World Economic Forum 2010). Dieses Problem und seine negativen Konsequenzen auf Lebensmittelpreise und die Welternährungssituation sind in den vergangenen Jahren zu einem zentralen politischen und gesellschaftlichen Streitpunkt über die Nutzung von wissenschaftlich-technischen Optionen geworden. Wenn Visionen der Synthetischen Biologie eine flächensparende und ressourcenschonende Möglichkeit nachwachsender Roh- und -kraftstoffproduktion plausibel machen könnten, dann böten sie beste Voraussetzungen für einen »hype«.

So recht hat die Kommunikation dieser Vision allerdings noch nicht Fahrt aufgenommen. Ein Grund dürfte sein, dass die Debatte zum Weltenergie- und -rohstoffbedarf – gänzlich unabhängig von den Entwicklungen der Synthetischen Biologie – in den vergangenen Jahren äußerst komplex, differenziert und kontrovers geworden ist (SRU 2007; TAB 2010; WBGU 2009). Simplifizierende Lösungsvorschläge bzw. abgehobene Visionen haben es daher zumindest in fachlich und politisch relevanten Kreisen, aber auch in seriösen Medien schwer, Wirkung zu entfalten. Um hier einen echten »hype« zu

erzeugen, müssten schon substanzielle Ergebnisse z.B. zu einer Effizienzsteigerung mithilfe der Synthetischen Biologie berichtet werden können – dies ist aber anscheinend bislang nicht der Fall.

Durch die Erfahrungen mit den bisherigen »Hope-, Hype- und Fear-Technologiezyklen« reagieren Begleitforschung und Förderpolitik mittlerweile je nach Sichtweise schon routiniert bzw. fast ein wenig in vorseilendem Gehorsam. Die der Technologie zugrundeliegenden Naturwissenschaften kommen kaum damit nach, neue Erkenntnisse und Entwicklungen zu produzieren. Hieraus resultiert eine Art Wiederkäuen der immer gleichen Beispiele und Überlegungen, ein Reflex, dem sich kaum eine einschlägige Institution entziehen kann.

Wo also könnte dann der »hype« bei der Synthetischen Biologie stecken? Oder gibt es ihn gar nicht, sondern bloß maßvolle Hoffnungen ohne Übertreibung? Die große Zahl an Projekten, Berichten und Stellungnahmen spricht eigentlich dafür, dass es ihn doch geben muss. Ein möglicher Verdacht ist, dass sich der »hype« um die Synthetische Biologie in ganz besonderem Maße in »der Beobachtercommunity« (aus dem Bereich Technikfolgenabschätzung und Innovationsanalyse, Technikphilosophie und Bioethik, in sonstiger Politikberatung und Forschungsförderung) abspielt – sozusagen im »diskursiven Überbau« der Synthetischen Biologie.

### »FEAR«: MONSTERKEIME AUS DER GARAGE UND ANDERE GEISTER

Besondere Ängste können insbesondere durch besondere Neuartigkeit bzw. Unbekanntheit, durch erhebliche Schadensmöglichkeiten oder durch besondere potenzielle Betroffenheit hervorgerufen werden.

Angesichts der mangelnden fundamentalen Andersartigkeit gegenüber bisherigen Entwicklungen in Molekularbiologie und verwandten Wissens- und Anwendungsgebieten, drängen sich beim derzeitigen Entwicklungsstand der Synthetischen Biologie eigentlich keine konkreten Risikoszenarien auf. Hierin stimmen alle zurückhaltenden Stellungnahmen zur Synthetischen Biologie überein. Gleichzeitig verweisen sie meist darauf, dass sich dies bei möglichen größeren Entwicklungsschüben ändern könnte und daher einer genaueren und kontinuierlichen Beobachtung und Analyse bedürfe (hierzu die Studien zu den Potenzialen der Synthetischen Biologie in Kasten 2).

Ein solcher Schritt wäre die »Konstruktion« massiv veränderter Mikroorganismen, zumal wenn ihre Anwendung außerhalb von Bioreaktoren in der Umwelt erfolgen sollte. Zu solchen Freisetzung kam es bisher nicht, und von vielen Wissenschaftlern wird dies auch als unvertretbar eingeschätzt. Ein immer wiederkehrendes Gedankenspiel sind Überlegungen, mit den Methoden der Synthetischen Biologie Mechanismen in die zukünftigen Einzellerkreationen einzubauen, die eine unkontrollierte Vermehrung ausschließen, z.B. durch die Verwendung von in der Natur nicht vorkommenden Molekülen als eine Art »genetischer Firewall« (Marlière et al. 2011; Schmidt 2010).

Konkretere Befürchtungen richten sich allerdings nicht nur auf die gezielte, kontrollierte Anwendung von mit Synthetischer Biologie hergestellten Organismen oder Substanzen, sondern auch auf diejenigen aus dem Hobby- oder Garagenlabor, ob mit Absicht oder auch nur aus Versehen hergestellt. Dies wäre die Kehrseite des spielerisch-kreativen Ausprobierens in Studium und Forschung – wenn tatsächlich eine relevante Zahl von Menschen damit begänne, zum Vergnügen oder zum Schrecken anderer mit bio-

logischen Bauteilen zu hantieren. Dass gentechnische Arbeiten mittlerweile mit vergleichsweise geringem Wissen und nicht allzu teurer Apparatur durchgeführt werden können, bezweifelt kaum jemand. Unklar ist aber, wie viele »DNA-Heimwerker« schon aktiv sind. Dass diese Gefahr allerdings nicht als irrelevant eingeschätzt wird, zeigen die Selbstverpflichtungen innerhalb der Verbände von Firmen, die im Kundenauftrag große DNA-Moleküle als Ausgangsmaterial gewerblich produzieren. Darin verpflichten sich die Mitgliedsfirmen, DNA-Bestellungen auf mögliche Sequenzen von Pathogenen oder Toxinen zu überprüfen sowie die Bestellungen zu dokumentieren und verdächtige Bestellungen an die Behörden zu melden (IASB 2009).

Die Versuche hingegen, aus den Visionen der Synthetischen Biologie eine noch größere Gefahr für die Biodiversität bzw. die gesamte Biosphäre als bislang schon durch die »klassische« Gentechnik abzuleiten und öffentlich zu thematisieren, sind erstaunlich blass geblieben. Die Vermutung liegt nahe, dass es auch den erklärten Gegnern schwerfällt, eine plausible Definition und Vision der Synthetischen Biologie zu vermitteln, die noch furchteinflößender als die bisherigen Anwendungen und Zielsetzungen der Gentechnik sein könnten. Die Warnung vor dem Ausverkauf der Natur, vor den nicht absehbaren Folgen für Umwelt und Gesundheit und das Erschrecken über das Weltbild und die (Patentierungs-)Absichten von Wissenschaft, Industrie und Politik waren schon bei der (Grünen) Gentechnik intensiv und lassen sich auch durch das Attribut »extrem« nicht mehr überzeugend steigern (»Extreme genetic engineering« hatte die ETC-Group eine Zeitlang als Label für die Synthetische Biologie benutzt; ETC 2008).

Konzeptionell interessanter erscheint der Versuch, ein neues Schutzgut,

die »evolutionäre Integrität« zu postulieren und in die Debatte über den Schutz der biologischen Vielfalt einzubringen, wie es die deutsche gentechnikkritische Nichtregierungsorganisation »Testbiotech« gemacht hat (Then/Hamberger 2010). Ob dies auf fruchtbaren Boden fällt und vielleicht auch die wissenschaftliche Debatte weiterbringen kann, ist allerdings bisher nicht absehbar.

Neben diesen Sorgen um intendierte (»biosecurity«) und nichtintendierte Folgen für Umwelt und Gesundheit (»biosafety«) müssen auch die ethischen und theologischen Bedenken gegenüber der möglichen Anma-

ßung des Menschen, die Natur ungebührlich nach eigenen Vorstellungen zu formen, als Teil der Befürchtungen bzw. Ängste zur Synthetischen Biologie verstanden werden. Doch auch hier führen zwei Faktoren dazu, dass die Warnungen vor dem Gottspielen beim derzeitigen Stand der Synthetischen Biologie letztlich wenig Wirkung entfalten: zum einen, weil es sich nach Auskunft praktisch aller Wissenschaftler auf absehbare Zeit v.a. um Mikroorganismen handelt, die verändert und für menschliche Zwecke zu gerichtet werden sollen, und zum anderen, weil – wie bei den Sorgen um die biologische Sicherheit – bereits im Zusammenhang mit viel weiter entwi-

ckelten oder gar etablierten Technologien (Präimplantationsdiagnostik, Stammzellforschung, Klonen, Keimbahntherapie) schon seit Langem und immer wieder Schreckensbilder der ultimativen Grenzüberschreitungen wie der Menschengzüchtung beschworen wurden. Damit anhand der Synthetischen Biologie hier spezifische und neuartige Befürchtungen hervorgerufen werden können, bedürfte es wohl plausiblerer Szenarien als bislang, die sich vermutlich zumindest auf höhere Pflanzen oder Tiere beziehen müssten.

## STRATEGIEN DER POLITIK: FORSCHUNGSFÖRDERUNG UND DIALOG

Die systematische Beobachtung neuer wissenschaftlicher und technischer Entwicklungen mit möglicher gesellschaftlicher, insbesondere sozioökonomischer Relevanz wird seit Jahren zumindest von allen wichtigen Industriestaaten betrieben. Die EU-Kommission thematisierte die Synthetische Biologie bereits im Dezember 2003 im Bereich »Künftiger Wissenschafts- und Technologiebedarf« (New and Emerging Science and Technology; NEST) und startete im Herbst 2005 ein Ausschreibungsprogramm im Umfang von 50 Mio. Euro. Der größte Teil davon floss in naturwissenschaftliche Forschungsvorhaben, daneben wurde aber auch eine Reihe von Projekten zur ethischen, rechtlichen und sozialen Analyse bzw. Technikfolgenabschätzung (TA) der Synthetischen Biologie in Auftrag gegeben (Kasten 1). In den vergangenen Jahren erschienen dann Berichte und Stellungnahmen von unterschiedlichen Gremien und Einrichtungen der Politikberatung unter anderem in den Niederlanden, Großbritannien, der Schweiz, Deutschland und den USA (Kasten 2).

Ein echter Vergleich dieser Dokumente mit Blick auf relevante Unterschie-

### KASTEN 1: AUSGEWÄHLTE EUROPÄISCHE UND DEUTSCHE TA-STUDIEN UND INNOVATIONSANALYSEN DER SYNTHETISCHEN BIOLOGIE

- > TESSY – »Towards a European Strategy for Synthetic Biology« (Fraunhofer ISI, Karlsruhe; im Auftrag der EU-Kommission; Abschluss 2009): Analyse des Themas unter forschungs- und innovationsstrategischen Gesichtspunkten
- > »SYNBIOSAFE: Safety and ethical aspects of synthetic biology« (ITA und IDC Wien, Universität Zürich, ISTHMUS SARL Paris; im Auftrag der EU-Kommission; Abschluss 2009): Analyse sicherheitsrelevanter und ethischer Aspekte sowie der öffentlichen Debatte zum Thema
- > SYNTH-ETHICS (Technische Universität Delft, niederländische Forschungseinrichtung TNO, Universität Padua, Australische Nationaluniversität sowie ITAS, Karlsruhe; im Auftrag der EU-Kommission; Abschluss 2011): Analyse ethischer, rechtlicher und gesellschaftlicher Implikationen
- > »Making Perfect Life« (Mitglieder der European Technology Assessment Group: Rathenau Institut, Den Haag, Fraunhofer ISI, Karlsruhe, ITA, Wien, ITAS, Karlsruhe; im Auftrag von STOA, der TA-Einrichtung des EU-Parlaments): Die Synthetische Biologie (»Engineering of Living Artefacts«) ist eines von vier Teilthemen (neben »Engineering of the Body, of the Brain and of Intelligent Artefacts«)
- > »Engineering Life« (Institut für Ethik und Geschichte der Medizin sowie Centre for Biological Signalling Studies (BIOSS) der Universität Freiburg; ITAS, Karlsruhe; Theologische Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg; gefördert durch BMBF; Start 2010): Reflexion der ethisch-philosophischen und theologischen Relevanz der Synthetischen Biologie; Analyse der Anwendungsmöglichkeiten und gesetzlichen Rahmenbedingungen für den Umgang mit möglichen Risiken
- > »ITA – Innovations- und Technikanalyse im Vorhaben Synthetische Biologie« (Universität Bremen; gefördert durch BMBF; Start 2010): umfassende Potenzialanalyse mit Blick auf zukünftige Schwerpunktsetzung im forschungspolitischen Rahmen

## KASTEN 2: AUSGEWÄHLTE BERICHTE UND STELLUNGNAHMEN ZU DEN POTENZIALEN DER SYNTHETISCHEN BIOLOGIE

- > *Niederlande*: Commission on Genetic Modification (COGEM) (2008): Biological machines? Anticipating developments in synthetic biology.
- > *Deutschland*: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (acatech), Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina (2009): Synthetische Biologie – Stellungnahme.
- > *Vereinigtes Königreich*: The Royal Academy of Engineering (ed.) (2009): Synthetic Biology: Scope, Applications and Implications. The Royal Academy of Engineering (ed.) (2009): Synthetic Biology: public dialogue on synthetic biology. Biotechnology and Biological Sciences Research Council (BBSRC), Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC), Sciencewise – ERC (2010): Synthetic Biology Dialogue.
- > *Schweiz*: Schweizerische Eidgenössische Ethikkommission für die Biotechnologie im Ausserhumanbereich (EKAH) (2010): Synthetische Biologie – Ethische Überlegungen.
- > *EU*: European Group on Ethics in Science and New Technologies (EGE) (ed.) (2009): Ethics of synthetic biology.
- > *Member States of the EU*: The European Academies Science Advisory Council (EASAC) (2011): Realising European potential in synthetic biology: scientific opportunities and good governance.
- > *USA*: Presidential Commission for the Study of Bioethical Issues (2010): New Directions. The Ethics of Synthetic Biology and Emerging Technologies.

de würde den Rahmen dieses Beitrags sprengen, aber es können ein paar auffällige Gemeinsamkeiten benannt werden:

- > Keiner der Berichte überzeichnet die Chancen oder Risiken der Synthetischen Biologie, was bei dem immer vertretenen umfassenderen, abwägenden Anspruch auch nicht verwundert, sondern dem beschriebenen frühen und unklaren Entwicklungsstand der meisten Projekte der Synthetischen Biologie geschuldet ist.
- > Dennoch wird die Synthetische Biologie als ein wichtiges Entwicklungsfeld mit großem Potenzial eingeschätzt, das systematisch und umfassend gefördert werden soll.
- > Zumindest bei allen Stellungnahmen europäischer Länder und der EU wird deutlich gemacht, dass es eine ganz wichtige Intention ist, mögliche Risiken von vornherein intensiv zu thematisieren, einerseits
- > aus Vorsorgegründen und andererseits, um zu verhindern, dass eine resultierende gesellschaftliche Debatte die Nutzung möglicher Chancen verhindert.
- > Als wichtigste Handlungsempfehlungen resultieren daraus die konsequente weitere Beobachtung des Wissenschafts- und Technikfeldes einschließlich regelmäßiger Überprüfung, ob nationale und übernationale Förder- und Regulierungsmaßnahmen angemessen erscheinen, sowie ein umfassender gesellschaftlicher Dialog über Chancen, Risiken und den weiteren Umgang damit. Als Leitprinzip gilt »Good Governance« im Sinn eines planvollen Vorgehens der verantwortlichen Beteiligten aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft.

Es ist unübersehbar, dass die Analysen und Einschätzungen zur Synthetischen Biologie von den vorangegangenen Erfahrungen mit den verwandten Tech-

nikfeldern – Emerging oder New Technologies, Technowissenschaften oder wie auch immer man sie nennen mag – Gentechnik und Nanotechnologie geprägt sind. Nachdem der großenteils ablehnende politische und gesellschaftliche Umgang mit der Grünen Gentechnik – bzw. speziell dem Anbau transgener Pflanzen – in Europa zumindest von ihren Befürwortern als desaströser Misserfolg der 1990er Jahre angesehen und von vielen Beobachtern auf eine mangelhafte Kommunikation zurückgeführt wurde, bot die Nanotechnologie im ersten Jahrzehnt des neuen Jahrtausends ein Beispiel für einen deutlich komplexeren, differenzierteren und bewussteren Diskurs (wie der Beitrag von C. Revermann in diesem Schwerpunkt deutlich macht).

Bei der Synthetischen Biologie kann man nun fast schon den Eindruck haben, dass die Chancen- und Risikendebatte zwar vielleicht nicht grundsätzlich zu früh, aber doch etwas überhitzt geführt wird. Die eingangs erwähnte fundamentale Unklarheit, ob es sich denn nun um ein sinnvoll abgrenzbares Wissenschafts- oder Technologiefeld handelt, führt in Verbindung mit den unklaren Anwendungsperspektiven bei den bisherigen öffentlichen Dialogbemühungen insbesondere mit Bürgerinnen und Bürgern zu großen Verständnisschwierigkeiten. Wissenschaft und Politik sind im Fall der Synthetischen Biologie offensichtlich besonders stark dem »Collingridge-Dilemma« ausgesetzt, mit dem TA und vorausschauende Technikgestaltung grundsätzlich konfrontiert sind (Collingridge 1980; Grunwald 2010b): Wer nicht zu spät kommen will, muss ziemlich im Nebel stochern.

Für die deutsche Situation sei eine offensichtliche, aber überraschende Besonderheit beim Umgang mit dem Definitions- und Verständnisproblem der Synthetischen Biologie angemerkt: Während wichtige Standes- und Inte-

ressenvertretungen der deutschen Wissenschaft, insbesondere die nationalen Akademien Leopoldina und acatech eine umfassende Beschäftigung mit dem Thema Synthetische Biologie bereits 2008 begonnen haben (Kasten 2) und der Bundestag als Konsequenz aus einer ersten Sondierung im parlamentarischen Ethikbeirat das TAB mit dem derzeit laufenden Projekt beauftragt hat, gab das zuständige Ministerium zwar auch zwei TA-Projekte in Auftrag (Kasten 1), vermeidet aber ansonsten bislang konsequent den Begriff »Synthetische Biologie« im Rahmen seiner Förderprogramme. Dies wird besonders deutlich im Strategieprozess Biotechnologie 2020+, der praktisch alle typischerweise unter Synthetische Biologie versammelten Forschungs- und Entwicklungsansätze abdeckt, ohne das Label zu benutzen (z.B. die »offizielle« Darstellung des Strategieprozesses durch Wirsching 2011). Eine Konsequenz ist, dass die Bundesregierung im März 2011 in ihrer Antwort auf eine Kleine Anfrage der SPD-Fraktion im Deutschen Bundestag angab, »bisher keine Forschungs- und Entwicklungsprojekte spezifisch in der Synthetischen Biologie gefördert« zu haben (Bundesregierung 2011, S. 2). So könnte der Eindruck entstehen, Deutschland hinke in diesem Technologiefeld hinterher oder verheimliche sein Engagement, wie es prompt von Kritikerseite gemutmaßt wurde (Testbiotech 2011). Beides erscheint nicht sehr plausibel – vielleicht hat sich das deutsche Forschungsministerium einfach nur entschlossen abzuwarten, ob sich der Begriff Synthetische Biologie auf Dauer wirklich durchsetzt oder bereits in einigen Jahren wieder aus der Mode gerät bzw. durch ein anderes Schlagwort in den Biowissenschaften ersetzt wird.

Auf jeden Fall ist das BMBF damit näher an den naturwissenschaftlich-technischen Forschungsakteuren, die ihre Projekte häufig – anders als viele Beobachter von außen – gar nicht als Synthe-

tische Biologie bezeichnen. Und diese derzeit fast antiquiert anmutende Weigerung, den Modebegriff zu verwenden, kann bei der Befassung mit den Potenzialen der Synthetischen Biologie zumindest als Anregung verstanden werden, immer wieder zu fragen, was denn das wirklich spezifisch Gemeinsame der eingangs genannten unterschiedlichen Forschungs- und Entwicklungslinien ist.

*Arnold Sauter*

## LITERATUR

- Boldt, J., Müller, O., Maio, G. (2009): Synthetische Biologie. Eine ethisch-philosophische Analyse. Bern
- Bundesregierung (2011): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten René Röspel, Dr. Ernst Dieter Rossmann, Dr. Hans-Peter Bartels, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der SPD – Drucksache 17/4898 – Stand und Perspektiven der Synthetischen Biologie. Deutscher Bundestag, Drucksache 17/5165, Berlin
- Coenen, C., Hennen, L., Link, H.-J. (2009): The ethics of synthetic biology. Contours of an emerging discourse. In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis 18(2), S. 82–86
- Collingridge, D. (1980): The Social Control of Technology. London u.a.O.
- ETAG (European Technology Assessment Group) (2010): Making Perfect Life. Bioengineering (in) the 21st Century. Interim Study. European Parliament, Science and Technology Options Assessment (STOA), Brüssel
- ETC (Action Group on Erosion, Technology and Concentration) (2008): Commodifying Nature's Last Straw? Extreme Genetic Engineering and the Post-Petroleum Sugar Economy. Ottawa [www.etcgroup.org](http://www.etcgroup.org)
- Gerhardt, V., Lucas, K., Stock, G. (Hg.) (2011): Evolution. Theorie, Formen und Konsequenzen eines Paradigmas in Natur, Technik und Kultur. Berlin
- Grunwald, A. (2010a): Vom Veränderer zum Schöpfer. Synthetische Biologie: Chancen, Risiken und Verantwortungsfragen. In: Forschung & Lehre 17(8), S. 558–560
- Grunwald, A. (2010b): Technikfolgenabschätzung – eine Einführung. Berlin
- IASB (International Association Synthetic Biology) (2009): Code of conduct for best practices in gene synthesis. <http://tinyurl.com/iasbcode/>
- König, H., Heil, R., Frank, D., Coenen, C. (2011): Mapping Synthetic Biology Applications (work-in-progress, »Engineering Life« project, funded by BMBF). Institute for Technology Assessment and Systems Analysis; [http://www.itas.fzk.de/synbio/home\\_en.htm](http://www.itas.fzk.de/synbio/home_en.htm)
- Marlière, P., Patrouix, J., Döring, V., Herdewijn, P., Tricot, S., Cruveiller, S., Bouziane, M., Mutzel, R. (2011): Chemical Evolution of a Bacterium's Genome. In: Angew. Chem. Int. Ed. 50, S. 1–7
- Schmidt, M. (2010): Xenobiology: A new form of life as the ultimate biosafety tool. In: BioEssays 32, S. 322–331
- Schummer, J. (2011): Das Gotteshandwerk. Die künstliche Herstellung von Leben im Labor. Berlin
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (2007): Klimaschutz durch Biomasse. Sondergutachten. Berlin
- TAB (Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag) (2008): Konvergierende Technologien und Wissenschaften. Der Stand der Debatte und politischen Aktivitäten

zu »Converging Technologies« (Autor: Coenen, C.). TAB-Hintergrundpapier Nr. 16, Berlin

TAB (2010): Chancen und Herausforderungen neuer Energiepflanzen (Autoren: Meyer, R., Rösch, C., Sauter, A.). TAB-Arbeitsbericht Nr. 136, Berlin

Testbiotech e.V. (2011): Synthetische Biologie: Schavan führt Bundestag in die Irre. Pressemitteilung vom 6. April, München/Berlin; [www.testbiotech.org/node/461](http://www.testbiotech.org/node/461)

Then, C., Hamberger, S. (2010): Synthetische Biologie und künstliches Leben – Eine kritische Analyse (Teil 1). Testbiotech e.V., München

WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) (2009): Welt im Wandel: Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung. Berlin

Wirsching, S. (2011): Wie sieht die Biotechnologie der Zukunft aus? In: *transkript* 17(5), S. 82–83

World Economic Forum (2010): The Future of Industrial Biorefineries (Autor: King, D.). Genf

---

## KONTAKT

Arnold Sauter  
030 28491-110  
[sauter@tab-beim-bundestag.de](mailto:sauter@tab-beim-bundestag.de)

# GEO- ODER CLIMATE ENGINEERING: MIT WEISSER FARBE GEGEN DEN KLIMAWANDEL?

Die weltweite Erwärmung als Folge der stetig steigenden Konzentration an Treibhausgasen in der Atmosphäre sowie die Bewältigung der damit verbundenen globalen Probleme mit möglicherweise katastrophalen Konsequenzen stellen eine der größten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts dar. Die internationalen Bemühungen, durch die Reduktion der Treibhausgasemissionen gegenzusteuern, zeigen bislang wenig Wirkung. Im Jahr 2010 erreichten die CO<sub>2</sub>-Emissionen – nach einem kleinen Rückgang im Finanz- und Wirtschaftskrisenjahr 2009 – nach Schätzungen der Internationalen Energieagentur wieder einen neuen Rekordwert. Vor diesem Hintergrund mehren sich die Anzeichen, dass die Diskussion über Geoengineering-Eingriffe, welche bislang vorwiegend in akademischen Kreisen geführt wurde, deutlich an Fahrt gewinnen und zunehmend auch die politische Ebene erreichen könnte.

Der Begriff *Geoengineering* steht weniger für eine »Neue Technologie« im Sinn einer grundlegenden technisch-apparativen Neuerung oder eines von anderen Forschungsgebieten abgrenzbaren neuen Wissenschaftszweiges. Vielmehr ist er ein Sammelbegriff für – teilweise bereits lange vorhandene – Techniken und Konzepte, die, einer häufig verwendeten, aber sehr vagen Definition für Geoengineering folgend, eine »beabsichtigte, großskalige Manipulation der Umwelt« (Keith 2009) zum Ziel haben. Das eigentlich neue Element im Zusammenhang mit der Entwicklung von Geoengineering-Technologien – die sich a priori keineswegs nur auf die Beeinflussung des Klimas beschränken – sind damit nicht notwendigerweise deren technologische Grundlagen, sondern vielmehr die mit diesen Technologien avisierte große Anwendungsskala. Eine genaue und allseits akzeptierte Definition, aus der sich zweifelsfrei ableiten ließe, welche Technologien und Konzepte mit welchem Anwendungsmaßstab das Etikett *Geoengineering* verdienen und welche nicht, hat sich jedoch bisher noch nicht etablieren können.

Vor dem Hintergrund der anthropogenen Erderwärmung erregen in jüngster Zeit vor allem solche Geoengineering-Konzepte verstärkt Aufmerksamkeit, die mithilfe großtechnischer Eingriffe in klimarelevante globale Kreisläufe eine temperatursenkende Wirkung

entfalten sollen, um damit den erwarteten Klimawandel aufzuhalten oder gar rückgängig zu machen. Dieser ambitionierte Anspruch lässt die notwendige Größenordnung dieser – in diesem Zusammenhang und im Folgenden auch als *Climate Engineering* (CE) bezeichneten – Eingriffe erahnen: eine absichtliche Manipulation der Umwelt auf globaler Skala. Die Entwicklung und Implementierung einer Technologie, die beiden Attributen – *absichtlich* und *global* – gerecht werden könnte, sind in der Kulturgeschichte der Menschheit bisher ohne Beispiel – während ein Beispiel für eine Technologie, die *unbeabsichtigt* und auf globaler Skala ihre Wirkung entfaltet, schnell genannt werden kann: die Energiegewinnung auf Grundlage fossiler Rohstoffe, deren unbeabsichtigte Folge die sich immer deutlicher abzeichnende Erwärmung der Erde ist (Keith 2009).

In einem weiteren Punkt unterscheidet sich die Entwicklung von CE-Technologien von anderen Pfaden der Technologieentstehung: Während neue wissenschaftliche Erkenntnisse gepaart mit technisch-apparativem Fortschritt häufig als wesentliche Treiber für neue Technologieentwicklungen gelten, deren Anwendungsfelder und Einsatzmöglichkeiten teilweise erst noch gefunden werden müssen (siehe dazu die Beiträge zur Nanotechnologie von C. Revermann und zur Synthetischen Biologie von A. Sauter in diesem Schwer-

punkt), kann die Entwicklung von CE-Technologien als problemorientierte Lösungssuche mit klarer Zielvorgabe (Senkung der Erdtemperatur) interpretiert werden. Vor diesem Hintergrund sollte es nicht erstaunen, dass im Zusammenhang mit CE-Technologien teilweise schon lange bekannte Technologien oder aus technischer Sicht geradezu triviale Konzepte diskutiert werden, die jedoch durch starke Vergrößerung des Anwendungsmaßstabes ihre angedachte Aufgabe erfüllen sollen.

Die Skalierung von Technologien auf einen globalen Einsatzmaßstab bedeutet gleichzeitig, dass mögliche Risiken oder unbekannte bzw. nichtintendierte Neben- und Folgewirkungen ebenfalls in gleichem Maße wachsen könnten. Potenziell hätte die gesamte Erdbevölkerung die möglichen Folgen und Risiken der Technologie, gegebenenfalls mit räumlich und zeitlich unterschiedlicher Ausprägung, zu tragen. Folglich stünden im Falle einer Entwicklung und eines großtechnischen Einsatzes von CE-Technologien nicht nur Ingenieure und Naturwissenschaftler vor einer großen Herausforderung, sondern auch die geistes-, sozial- und rechtswissenschaftliche Forschung sowie politische Entscheidungsträger.

## MÖGLICHE TECHNOLOGIEN DES CLIMATE ENGINEERING

Welche konkreten Ansätze und Ideen können in die Rubrik CE-Technologien verortet werden? Für eine systematische Einordnung eignet sich die Differenzierung der Technologien nach Eingriffen, welche den globalen Strahlungshaushalt in einer Weise beeinflussen, dass weniger kurzweilige Sonnenstrahlung von der Erdoberfläche bzw. Atmosphäre absorbiert und in Wärme(strahlung) umgesetzt wird (Solar Radiation Management, SRM), und nach Eingriffen in den globalen

CO<sub>2</sub>-Kreislauf mit dem Ziel, die atmosphärische CO<sub>2</sub>-Konzentration zu senken (Carbon Dioxide Removal, CDR), um damit die eigentliche Ursache der Erderwärmung zu beseitigen (hierzu und zum Folgenden Royal Society 2009).

#### BEEINFLUSSUNG DES GLOBALEN STRALUNGSHAUSHALTES

Im Rahmen einer Beeinflussung des globalen Strahlungshaushaltes könnte einerseits ein Teil der Sonnenstrahlung durch weltraumgestützte Technik bereits vor dem Erreichen der Geosphäre in den Weltraum zurückgelenkt oder andererseits das Rückstrahlvermögen des Erdsystems (die sog. Albedo) erhöht werden. In die erste Kategorie gehört z.B. der Vorschlag der Beschattung der Erde mithilfe von riesigen Sonnensegeln, die zur Umlenkung oder Reflektion der Sonnenstrahlung zwischen Erde und Sonne positioniert werden sollen. Eine exakte Steuerbarkeit der Sonnensegel vorausgesetzt, würde sogar eine direkte »Wetterkontrolle« in den Bereich des Vorstellbaren rücken, da die Intensität der Sonnenstrahlung regional angepasst werden könnte (Keith 2009).

Angesichts des enormen logistischen Aufwands zum Transport der Sonnensegel an ihren Bestimmungsort sind diese Konzepte derzeit wohl pure »Science fiction«. Dagegen gelten die CE-Konzepte zur Erhöhung der Erdalbedo, deren im Grunde sehr einfaches Prinzip es ist, die Erde insgesamt heller zu gestalten, als leichter realisierbar – wenn auch mit entsprechendem Aufwand. Die aus technischer Sicht vielfach überraschend simplen Ideen umfassen (Rösch et al. 2010; Leisner/Müller-Klieser 2010):

- > die Erhöhung der Helligkeit der Erdoberfläche – z.B. indem Dächer und Straßen weiß gestrichen, Felder und Grünland mit »helleren«

Pflanzenarten bepflanzt oder Wüsten mit reflektierenden Folien abgedeckt werden;

- > die Verstärkung des Rückstrahlvermögens der untersten Atmosphärenschicht (Troposphäre) – z.B. durch die künstliche Erhöhung der Helligkeit von niedrig liegenden Meereswolken mithilfe von Seesalzaerosolen, die von unbemannten Booten in die Wolken versprüht werden;
- > die Verstärkung des Rückstrahlvermögens der über der Troposphäre liegenden Atmosphärenschicht (Stratosphäre) – z.B. durch Ausbringen von Schwefelaerosolen bzw. Aluminiumnanopartikeln, die zur Streuung bzw. Reflektion von Sonnenlicht beitragen, in die Stratosphäre mithilfe von Flugzeugen.

Namentlich das Ausbringen von Schwefelaerosolen in die Stratosphäre wird intensiv diskutiert, da aus Beobachtungen von Vulkanausbrüchen bereits bekannt ist, dass Schwefelaeosole in der Atmosphäre eine temperatursenkende Wirkung entfalten können (Crutzen 2006).

#### BEEINFLUSSUNG DES GLOBALEN CO<sub>2</sub>-KREISLAUFS

Während die Konzepte zur Beeinflussung des globalen Strahlungshaushaltes darauf abzielen, die durch den Treibhauseffekt verursachte Erderwärmung durch eine Reduktion der effektiv eingestrahlt Sonnenenergie zu kompensieren, haben Eingriffe zur Beeinflussung des globalen CO<sub>2</sub>-Kreislaufs eine Stabilisierung bzw. Senkung der atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentration zum Ziel und setzen damit an der Wurzel des Problems an. Eines der wohl bekanntesten Beispiele für CE dieser Kategorie ist die Düngung von großen Meeresflächen mit Nährstoffen (z.B. Eisen). Damit soll das Algenwachstum künstlich verstärkt werden, wodurch mehr CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre in der Algenbiomasse fixiert und – so die

Theorie – mit der abgestorbenen Algenbiomasse in die Tiefsee absinken würde. Der im Vergleich zu anderen CE-Vorschlägen hohe Bekanntheitsgrad der Ozeandüngung rührt daher, dass bisher nur zu dieser CE-Idee erste Feldexperimente in einem signifikanten Ausmaß stattgefunden haben – begleitet von öffentlichen Kontroversen über die Rechtmäßigkeit und Sinnhaftigkeit dieser Versuche, wie beispielsweise das deutsch-indische Experiment »LOHAFEX« im Frühjahr 2009 deutlich gezeigt hat.

Ein weiterer, aus technischer Perspektive ähnlich einfacher Vorschlag sieht vor, große Mengen an Biomasse durch Erhitzen unter Luftabschluss in stabile Kohlenstoffverbindungen (»Biokohle«) umzuwandeln, um sie dem natürlichen Kreislauf der biologischen Zersetzung zu entziehen. Auch regionale Konzepte aus dem Bereich der Land- und Forstwirtschaft, welche sich an natürlichen Prozessen zur Bindung von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre orientieren, werden diskutiert (Rösch et al. 2010): Diese auch unter der Bezeichnung »Climate Farming« subsumierten Methoden beinhalten beispielsweise den Erhalt und die Ausdehnung von Wald- und Moorflächen oder die Vermeidung von Grünlandumbruch zu Ackerland, um den terrestrischen Kohlenstoffspeicher zu erhalten bzw. weiter anzureichern.

Technisch anspruchsvoller gestalten sich die CO<sub>2</sub>-Abscheidung aus industriellen Rauchgasen (Carbon Dioxide Capture and Storage, CCS) bzw. die direkte CO<sub>2</sub>-Abscheidung aus der Luft (»Air Capture«) mithilfe sogenannter »künstlicher Bäume«. Beide Verfahren setzen die Möglichkeit einer langfristigen und sicheren Lagerung großer Mengen CO<sub>2</sub> in geologischen Formationen voraus.

Die – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – genannten CE-Vorschläge lassen sich nach dem Aufwand-Wir-

kungs-Verhältnis klassifizieren (Leisner/Müller-Klieser 2010):

- > CE-Eingriffe mit einem kleinen Aufwand-Wirkungs-Verhältnis (diese werden auch als Maßnahmen mit einem »großen Hebel« bezeichnet) entfalten mit vergleichsweise geringen Anstrengungen und Kosten eine große und meist unmittelbare Wirkung. In diese Kategorie fallen die CE-Konzepte zur Erhöhung des Rückstrahlvermögens der Atmosphäre und die Düngung großer Meeresflächen.
- > CE-Eingriffe mit einem großen Aufwand-Wirkungs-Verhältnis zielen darauf, mithilfe eines großen Arbeits- bzw. apparativen Aufwands den Ausstoß an Treibhausgasen »Tonne für Tonne« zu kompensieren bzw. durch Änderung der Farbe der Erdoberfläche den Strahlungshaushalt zu beeinflussen. In diese Kategorie gehören u.a. die Produktion von Biokohle, die Errichtung ganzer Wälder aus künstlichen Bäumen, der Plan, sämtliche Dächer und Straßen weiß anzustreichen oder die Lösungsansätze des »Climate Farming«. Diese Eingriffe können nur über lange Zeiträume zur Klimastabilisierung beitragen, da ihre Implementation nur langsam und unter hohen Anstrengungen voranschreiten dürfte.

CE-Technologien mit einem großen Aufwand-Wirkungs-Verhältnis sind nach allgemeiner Ansicht im Vergleich zu Eingriffen mit »großem Hebel« besser steuer- und kontrollierbar (insbesondere lässt sich ihre Anwendung geografisch eingrenzen und bei nicht tolerierbaren Nebenwirkungen schneller abbrechen) und mit geringeren Risiken und Nebenfolgen verbunden (Ott 2010; Rösch et al. 2010). Vor diesem Hintergrund vertreten viele Wissenschaftler die Meinung, dass nur die Technologien mit »großem Hebel« die Bezeichnung CE verdienen.

### »HOPE«: PLAN B FÜR DEN NOTFALL

Über den alten Wunsch der Menschheit, mithilfe technischer Lösungen die Umwelt oder das Klima nach eigenen Vorstellungen und Wünschen zu gestalten, lässt sich bereits aus den Romanen von Jules Verne einiges erfahren (z.B. Sardemann 2010). In seinem 1889 erschienenen Roman »Sans dessus dessous« plant beispielsweise der Kanonenclub aus Baltimore, die Erdachse durch den Rückstoß einer gigantischen Kanonenkugel dergestalt zu verschieben, dass das Polareis der Arktis zum Schmelzen gebracht und gleichzeitig die Erdbevölkerung von den lästigen jahreszeitlichen Schwankungen befreit werden könnten. Die Aussicht auf ein gleichmäßigeres Klima, welches es jedem Erdenbürger erlauben würde, eine für ihn angenehme stabile Klimazone zu bewohnen, verursacht anfänglich eine weltweite Zustimmung und Begeisterung für das Vorhaben. Das Unternehmen des Kanonenclubs motiviert sich freilich vor allem durch das Ziel, an die unter dem Eis vermuteten Kohlevorräte zu gelangen, und weniger durch die Aussicht, der Menschheit einen Dienst zu erweisen.

Der in Jules Vernes Romanen dokumentierte und durch die rasante technische Entwicklung jener Jahre genährte Technikoptimismus mag Hoffnungen erweckt haben, durch den wissenschaftlich-technischen Fortschritt letztlich auch die Kontrolle über Wetter und Klima erlangen zu können. Damals ahnte noch niemand, dass die Manipulation des globalen Klimas als eine nichtintendierte Folge eben dieses technischen Fortschritts bereits begonnen hatte – was wir heute immer stärker zu spüren bekommen. So motiviert sich heute der Wunsch, mithilfe großräumiger technikbasierter Eingriffe unser Klima nach unseren Bedürfnissen zu formen, weniger durch den Herrschaftsdrang der Menschheit über die

Natur, sondern durch die Hoffnung, im Falle eines Scheiterns der Bemühungen um die Reduktion der Treibhausgasemissionen einen Notfallplan zur Verfügung zu haben, um unser Überleben zu sichern.

Die bisher zumeist enttäuschenden Ergebnisse der internationalen Klimapolitik lassen in der Tat Zweifel aufkommen, ob sich das Ziel, den Anstieg der Erderwärmung auf 2 °C über dem vorindustriellen Wert zu beschränken, allein durch die Reduktion der Treibhausgasemissionen überhaupt noch erreichen lässt. Aus dieser Befürchtung leiten viele Wissenschaftler ihre Auffassung ab, dass Forschung hinsichtlich der Möglichkeiten und Risiken von CE-Eingriffen nicht tabuisiert, sondern vielmehr gefördert werden sollte, auch wenn meist gleichzeitig betont wird, dass den »klassischen« Strategien im Umgang mit dem Klimawandel – die Reduktion der Treibhausgasemissionen (Mitigationsstrategien) sowie Anpassung an den Klimawandel (Adaptationsstrategien) – oberste Priorität eingeräumt werden müsse (z.B. Crutzen 2006; Royal Society 2009, S. ix). Ein gewichtiges Argument vieler Befürworter – das sogenannte Arming-the-Future-Argument – besagt, dass es geradezu eine moralische Pflicht sei, möglichst frühzeitig geeignete CE-Technologien mit minimalen Risiken zu identifizieren, um künftigen Generationen eine optimale Wissensbasis zu allen möglichen Handlungsoptionen und ggf. eine Ultima-Ratio-Option, einen »Plan B«, zu bieten (für eine Auswahl verschiedener Pro- und Kontrargumente siehe Kasten).

Das wissenschaftliche Interesse an CE-Technologien könnte sich weiter verstärken, sollte sich bestätigen, dass eine zusätzliche Gefahr von sogenannten »tipping elements« ausgehen könnte. Dabei handelt es sich um kritische Subsysteme innerhalb des Klimasystems, die nach Überschreiten eines systemab-

## AUSWAHL AN PRO- UND KONTRAARGUMENTEN ZU CLIMATE ENGINEERING

*Proargumente*

- › *Arming-the-Future-Argument*: Wir sind moralisch verpflichtet, sämtliche Optionen zu erforschen, um zukünftigen Generationen eine optimale Entscheidungsgrundlage zu bieten. Damit verknüpft ist das *Ultima-Ratio-Argument*: Für Notsituationen sollte man sich vorbereiten, um auch über unliebsame Optionen verfügen zu können.
- › *Easiness-Argument*: CE ist politisch und kulturell weniger aufwendig durchzuführen, als Menschen und Industrien zur Vermeidung von Emissionen zu bewegen. Unliebsame Eingriffe in Lebensstile, Gewohnheiten und ökonomische Besitzstände könnten vermieden werden.
- › *Efficiency-Argument*: Direkte und indirekte Kosten von CE-Eingriffen sind geringer als die Kosten von Vermeidung und Anpassung. Es wäre eine Verschwendung von Ressourcen, Vermeidung und Anpassung zu priorisieren.
- › *Lesser-Evil-Argument*: Die Folgen von CE-Eingriffen könnten, verglichen mit jenen eines ungebremsen Klimawandels, insgesamt das kleinere Übel bedeuten.

*Kontraargumente*

- › *Moral-Hazard-Argument*: Allein die Aussicht auf CE als Problemlösung wird viele Akteure dazu bewegen, weiterhin viel CO<sub>2</sub> zu emittieren.
- › *Termination-Problem-Argument*: Durch den Einsatz von CE-Technologien könnte in der Zukunft eine dilemmatische Situation auftreten: Sollten sich hoch problematische Nebenfolgen ergeben und zugleich die Konzentration von Treibhausgasen gestiegen sein, stünden künftige Generationen vor dem Dilemma, entweder mit diesen Nebenfolgen zu leben oder durch die Einstellung des CE-Eingriffs einen rapiden Klimawandel herbeizuführen.
- › *Risk-Transfer-Argument*: Die durch ein mit hohen Emissionen verbundenes Wirtschaftsmodell verursachten Risiken werden auf unfaire Weise auf zukünftige Generationen abgewälzt.
- › *Informed-Consent-Argument*: Handlungen mit globalen und langfristigen Auswirkungen wären nur dann legitim, wenn eine breite und wohlinformierte Zustimmung der Betroffenen vorläge. Dies wären streng genommen alle jetzt und zukünftig lebenden Menschen und bedeutete eine kaum zu erfüllende Legitimitätsbedingung.

Quelle: nach Ott 2010

hängigen Temperaturniveaus (»tipping point«) in einen qualitativ neuen Zustand mit möglicherweise gravierenden Auswirkungen versetzt werden könnten. So wird beispielsweise nicht ausgeschlossen, dass ein kritisches Temperaturniveau, welches das kontinuierliche Abschmelzen des arktischen und grönländischen Eises auslösen könnte, bereits bei einer globalen Erwärmung von weniger als 2 °C gegenüber heute und

damit möglicherweise noch in diesem Jahrhundert erreicht werden könnte. Durch die freigelegte dunklere Ozean- und Landoberfläche würde zusätzliche Sonnenstrahlung absorbiert und der Temperaturanstieg weiter beschleunigt (Eis-Albedo-Rückkopplung) – eine Entwicklung, die innerhalb von wenigen Jahrhunderten zum vollständigen Verschwinden dieser Eisschilde im Sommer und einem Anstieg des Meeres-

spiegels um bis zu 7 m führen könnte (Lenton et al. 2008).

Als einen Hinweis, dass seitens der Wissenschaft tatsächlich immer mehr Hoffnungen auf potenzielle CE-Technologien gesetzt werden – weil gleichzeitig die Hoffnungen schwinden, rechtzeitig die geforderte Reduktion der Treibhausgasemissionen umsetzen zu können –, lässt sich auch die Ankündigung des Weltklimarates (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) deuten, im für 2013/2014 geplanten fünften Sachstandsbericht erstmals ausführlich auf das wissenschaftliche Verständnis zu möglichen Auswirkungen und Folgen auf Mensch und Umwelt sowie Kosten und möglichen Regulierungsmechanismen von CE-Optionen einzugehen ([www.ipcc-wg3.de/meetings/expert-meetings-and-workshops/em-geoengineering](http://www.ipcc-wg3.de/meetings/expert-meetings-and-workshops/em-geoengineering); 11.8.2011). Es ist zu erwarten, dass in der Folge das Thema CE zunehmend in den Fokus des öffentlichen Diskurses geraten und an Dynamik gewinnen wird. Bereits jetzt wird von Nichtregierungs- und Umweltschutzorganisationen Kritik am IPCC geübt, weil allein durch die Beschreibung möglicher CE-Technologien das eigentliche Ziel der Emissionsreduktion immer stärker in den Hintergrund gedrängt werden könnte (s.a. Moral-Hazard-Argument im Kasten). Dies könnte letztlich die ohnehin schon schwierigen Klimaverhandlungen weiter erschweren und zunehmend einen politischen Entscheidungsdruck beispielsweise in Bezug auf Förderprogramme für die CE-Forschung oder auf die Genehmigung großskaliger Feldexperimente aufbauen.

### »HYPE«: KLIMAPROBLEM GELÖST!

Ein mögliches und wahrscheinliches Szenario für den weiteren Verlauf der CE-Debatte könnte folglich sein, dass

sich innerhalb der Wissenschaftsgemeinde die Stimmen mehren, die sich für eine besonnene, international koordinierte Erforschung möglicher CE-Technologien aussprechen, um für den Notfall gewappnet und handlungsfähig zu sein.

Es lässt sich aber auch ein anderes Szenario ausmalen: CE-Technologien könnten nicht nur eine Notfallstrategie, sondern ggf. auch eine mögliche *Alternative* zu den klassischen Klimaschutzstrategien der Vermeidung und Anpassung bieten. So wäre es denkbar, dass die Erforschung, Entwicklung und ggf. Anwendung von CE-Technologien nicht in erster Linie vonseiten der Wissenschaft, sondern vonseiten der Öffentlichkeit angesichts der mühevollen und teuren Vermeidungs- bzw. Anpassungsanstrengungen befürwortet werden könnten. Folgende Randbedingungen würden ein solches – aus heutiger Sicht noch rein hypothetisches – Szenario untermauern:

- Forschungsergebnisse könnten zeigen, dass gewisse CE-Technologien tatsächlich eine simple, effektive und – verglichen zu den klassischen Strategien – sehr preiswerte und ressourcenschonende technische Lösung für das Klimaproblem böten (Efficiency-Argument).
- CE-Eingriffe würden – verglichen mit den klassischen Strategien – wahrgenommen als mit weit geringerem Einfluss auf die bestehenden Lebensgewohnheiten oder Besitzverhältnisse der Menschen verbunden, insbesondere in wohlstandsorientierten Gesellschaften (Easiness-Argument).
- Als Folge der Erderwärmung könnten in Zukunft regelmäßig klimabedingte Umweltkatastrophen mit großem Schadensmaß auftreten. Dies könnte die Akzeptanz von CE-Technologien auch angesichts unbekannter Risiken erhöhen (Lesser-Evil-Argument).

- Die meisten CE-Konzepte lassen sich mit sehr einfachen Bildern veranschaulichen und dadurch leicht in die breite Öffentlichkeit transportieren. Tatsächlich können sich insbesondere die CE-Technologien mit »großem Hebel« hinsichtlich ihres technischen Anspruchs mit der Idee des Kanonenclubs aus Jules Vernes Roman durchaus messen lassen: Eisen in großer Menge in die Ozeane schütten, Schwefelaerosole mithilfe von Tankflugzeugen, Wetterballons oder Geschützen(!) in die Stratosphäre transportieren oder sämtliche Häuserdächer und Straßen weiß anstreichen.
- In Gesellschaften mit einem ausgeprägten Technikoptimismus würden den möglichen Risiken und Nebenwirkungen weit weniger Aufmerksamkeit geschenkt, der erhoffte Nutzen der Technologie dagegen stark überzeichnet.
- CE-Technologien mit »großem Hebel« könnten unter Umständen von einzelnen Staaten oder Interessengruppen, die über die entsprechenden Mittel verfügen, unilateral umgesetzt werden. Eine internationale Zustimmung wäre damit keine notwendige Voraussetzung für eine CE-Anwendung – die ablehnenden Staaten würden vor vollendete Tatsachen gestellt.

Tatsächlich weist die in den letzten zehn Jahren gegenüber den 1990er Jahren deutlich zunehmende Medienberichterstattung zur CE-Thematik darauf hin, dass – nebst jenem aus der Wissenschaft – auch das öffentliche Interesse an CE-Technologien kontinuierlich steigt (z.B. ETC 2010, S. 12). Dies könnte als ein erstes Indiz für einen sogenannten »Hype-Zyklus« gewertet werden (Konrad 2011, S. 157 f.): Die positiven Erwartungen in die Technologie werden immer breiter akzeptiert und zunehmend optimistisch bewertet, begleitet von einem stark anwachsenden Medieninteresse.

In der Regel gipfelt eine solche »Hype-Phase« in übertriebenen Erwartungen, die sich in der Praxis regelmäßig als nicht realisierbar erweisen, worauf die Erwartungshaltung schwindet und sich das (öffentliche) Interesse wieder legt. Erst im Anschluss an diese »Enttäuschungsphase« werden die Potenziale einer Technologie realistischer eingeschätzt.

Es scheint plausibel, dass keine der CE-Technologien bereits den Höhepunkt einer umfassenden »Hype-Phase« überschritten hat. Käme es aber zu einem ausgeprägten öffentlichen »hype«, welcher angesichts des Anwendungsmaßstabes durchaus globale Dimensionen annehmen könnte, dürfte der öffentliche Druck auf politische Entscheidungsträger weiter steigen. Dass diese Überlegung nicht jeder Grundlage entbehrt, lässt sich beispielsweise anhand des folgenden Zitats des amerikanischen Politikers Newt Gingrich verdeutlichen: »Geoengineering holds forth the promise of addressing global warming concerns for just a few billion dollars a year. Instead of penalizing ordinary Americans, we would have an option to address global warming by rewarding scientific innovation ...« (nach ETC 2010, S. 14).

Interessanterweise haben einige der vorgeschlagenen CE-Konzepte *innerhalb* der Wissenschaften bereits einen solchen »Hype-Zyklus« durchlaufen. So zeigen die Ergebnisse einer Reihe von kleinskaligen Versuchen zur Eisendüngung der Ozeane, dass die anfänglichen optimistischen Erwartungen hinsichtlich des induzierten Algenwachstums und der Absinkrate an Biomasse nicht erreicht werden konnten und folglich die Wirksamkeit der Methode stark überschätzt wurde. Gleichzeitig wird immer deutlicher, dass über die sehr komplexen Zusammenhänge maritimen Lebens bisher sehr wenig bekannt ist und mögliche Risiken und Folgewirkungen eines solchen Ein-

griffs weitgehend unbekannt sind (z.B. Strong et al. 2009).

## »FEAR«: ES KÖNNTE AUCH SCHIEF GEHEN

In Jules Vernes Roman schlägt nach der anfänglichen Euphorie für das Vorhaben des Kanonenclubs die Stimmung schnell ins Gegenteil um, als die Tagesblätter, Revuen und Feuilletons der gesamten Welt sich mit den Nebenfolgen der Intervention zu beschäftigen beginnen: Es werden u.a. die Überflutung bzw. Neuentstehung ganzer Kontinente, Klimaturbulenzen oder die Zerstörung weiter Landstriche infolge des enormen Rückstoßes der Kanonenkugel erwartet. Doch als die Regierungen der Welt das Unternehmen stoppen möchten, hat sich der Kanonenclub an einem unbekanntem Ort schon an den Bau der riesigen Kanone gemacht, unentdeckbar für den Rest der Welt. Das Drama nimmt seinen Lauf.

Insbesondere die CE-Technologien mit »großem Hebel« vor Augen, erscheint ein vergleichbares Szenario von möglicherweise leichtfertigen Alleingängen beispielsweise durch private Stiftungen, sehr vermögende Einzelpersonen (Keith 2009) oder einzelne Regierungen nicht völlig aus der Luft gegriffen zu sein. Auch könnten Unternehmen sich zu einer sorglosen Anwendung dieser Technologien verleiten lassen, um mit geringem Aufwand einen großen Gewinn zu erwirtschaften, z.B. durch den Verkauf von CO<sub>2</sub>-Emissionszertifikaten, die – sofern künftig »negative« Emissionen von CE-Eingriffen in den CO<sub>2</sub>-Kreislauf unter den markt-basierten Mechanismen des internationalen Emissionsrechtehandels anerkannt werden sollten – diesen Unternehmen zustehen würden (Wiertz/Reichwein 2010). Ein Blick auf die Vielzahl eingereicherter Patente, die sich beispielsweise mit technologischen Lösungen für die Biokohleproduktion, einer optima-

len Nährstoffversorgung von Meeresalgen oder künstlichen Bäumen befassen, scheint die Annahme, dass auf eine solche Anerkennung von CE-Technologien spekuliert wird, zu stützen (z.B. ETC 2010, S. 30 ff.).

Insbesondere die CE-Technologien mit »großem Hebel« können mit erheblichen, nicht regional beschränkten Risiken und Nebenwirkungen verbunden sein, weil sie in empfindliche Kreisläufe eingreifen und daher nichtintendier-te Folgen mit unter Umständen weitreichenden Wirkungen für Öko- und sozioökonomische Systeme auf globaler Ebene haben könnten. Sorge bereitet ferner der Umstand, dass notwendige Feldexperimente, welche zur Beseitigung letzter Unsicherheiten in der realen Welt und in einem hinreichend großen Maßstab erfolgen müssten, bereits ungewollte und schädliche Folgewirkungen zeigen könnten, die – angesichts komplexer Wechselwirkungen – möglicherweise lange Zeit unentdeckt bleiben oder nicht ihrer Ursache zugeordnet werden könnten.

So können einmal erzeugte künstliche Schwefelaerosole im Submikrometerbereich für einige Jahre in der Stratosphäre verbleiben und ihre Wirkung entfalten. Mögliche Risiken und Folgewirkungen des Verfahrens – abgeleitet aus Modellrechnungen und Beobachtungen nach starken Vulkanausbrüchen – werden im Bericht der Royal Society (2009, S. 29 f.) angesprochen (dazu auch Crutzen 2006; Leisner/Müller-Klieser 2010):

- globale Auswirkungen auf Vegetation, Wälder, landwirtschaftliche Erträge und den Kohlenstoffkreislauf infolge möglicher Änderungen der Niederschlags- und Windverteilung sowie der eingestrahelten Sonnenenergie;
- Störungen des asiatischen und afrikanischen Sommermonsuns dahingehend, dass diese Gebiete mit

geringeren Niederschlägen und infolgedessen mit Nahrungsmittelengpässen für Milliarden von Menschen konfrontiert sein könnten;

- Reduktion des stratosphärischen Ozons;
- Aufhellung des Himmels;
- bisher unbekannte Rückkopplungsmechanismen könnten zusätzliche bedeutende Auswirkungen auf atmosphärische Prozesse haben.

Neben den spezifischen Risiken teilt dieses Verfahren die Probleme aller Eingriffe in den globalen Strahlungshaushalt: Da diese nicht die eigentliche Ursache der Erderwärmung – die hohe menschengemachte Konzentration an Treibhausgasen in der Atmosphäre – beseitigen, werden die mit dem hohen Treibhausgasgehalt verbundenen (negativen) Auswirkungen (z.B. die Versauerung der Meere) nicht behoben, sondern im Gegenteil weiter verstärkt. Zusätzlich müsste die Kühlung des Klimas mittels dieser Verfahren über Jahrzehnte bzw. Jahrhunderte aufrechterhalten werden, da ein Abbruch der Maßnahme einen plötzlichen und rasanten Temperaturanstieg zur Folge hätte, der es der Menschheit kaum erlauben würde, rechtzeitig die dann nötigen Anpassungsstrategien umzusetzen (Termination-Problem-Argument).

Angesichts der möglichen globalen Risiken und Folgewirkungen einer – unter Umständen über mehrere Generationen anzuwendenden – Technologie kann eine Entscheidung über Einsatz bzw. Nichteinsatz nicht allein aufgrund technologisch-naturwissenschaftlicher Kriterien (Machbarkeit, Klimawirksamkeit, Umweltrisiken etc.) oder Kostenüberlegungen erfolgen, sondern erfordert gleichermaßen eine Bewertung nach ethischen, sozioökonomischen, (völker)rechtlichen, politischen und ggf. weiteren Kriterien. Tatsächlich dominiert eine technologisch-naturwissenschaftlichen Perspektive, während sich die sozial-, geistes- und rechtswis-

senschaftliche Forschung erst seit wenigen Jahren intensiver mit CE-Technologien befasst.

Der Fragenkatalog an die Sozial- und Rechtswissenschaftler ist sehr ambitioniert. Zu diskutieren ist beispielsweise die Frage, welche Instanz legitimiert und in der Lage wäre, angesichts der möglichen hohen Risiken und ggf. auf der Grundlage einer unsicheren Wissensbasis, eine nach ethischen Maßstäben verantwortbare Entscheidung über Einsatz oder Nichteinsatz von CE-Technologien zu fällen. Eine solche Entscheidung müsste moralisch rechtfertigen, dass womöglich Nutzen und Risiken ungleich verteilt werden und gewisse Bevölkerungsgruppen zum Wohle anderer stärker von negativen Auswirkungen betroffen sein könnten bzw. die heute verursachten Probleme auf künftige Generationen abgewälzt würden (Risk-Transfer-Argument). Doch wie ließen sich die Risiken (und Chancen) offen und transparent vermitteln, damit alle von der Maßnahme betroffenen Personen sich eine eigene wohlinformierte Meinung bilden und am Entscheidungsprozess aktiv teilhaben können (Informed-Consent-Argument)?

Auch existiert kein internationales Regelwerk, welches sich explizit mit CE befasst bzw. umfassend und rechtlich bindend auf die verschiedenen CE-Technologien angewendet werden könnte. Dies liegt einerseits daran, dass es sich bei CE um eine sehr heterogene Gruppe von Technologien handelt und eine konsensfähige Definition noch aussteht. Andererseits existieren die meisten CE-Konzepte bisher nur als Idee bzw. in Rechenmodellen, und niemand hat bislang den Einsatz der Technologie ernsthaft in Betracht gezogen. Doch zeigt beispielsweise die Kontroverse um das deutsch-indische Experiment »LO-HAFEX« zur Ozeandüngung mit Eisen, dass sehr wohl Diskussions- und

Handlungsbedarf hinsichtlich einer Regulierung von CE besteht.

Vor dem Hintergrund grenzüberschreitender, bisweilen globaler und regional differenzierter Neben- und Folgewirkungen könnten für eine solche »Global Governance« von CE-Technologien die völkerrechtlichen Verträge, wie sie im Rahmen der bisherigen internationalen Klima- und Umweltpolitik ausgehandelt wurden, beispielgebend sein. Die bisherigen Klimaverhandlungen führen jedoch gleichzeitig vor Augen, wie schwierig eine internationale Einigung sein kann.

Ferner würde der Sachverhalt, dass CE-Eingriffe unter Umständen von einzelnen bzw. wenigen Staaten im Alleingang ausgeführt werden können, das Konsensprinzip gefährden – eine tragende Säule der internationalen Klimapolitik (die Reduktion der Treibhausgasemissionen im angestrebten Maße ist nur als gemeinsamer Kraftakt umsetzbar). Im Zusammenhang mit Vertragsregimen zu CE-Technologien würde es keine tragende Rolle mehr spielen: Insbesondere könnten sich Nationen unter Verweis auf nationale Sicherheitsinteressen über bestehende internationale Normen und Verträge hinwegsetzen, zumal diese häufig eher einen empfehlenden und weniger einen rechtlich bindenden Charakter aufweisen (Wiertz/Reichwein 2010).

## AUSBLICK

Die bisher von Naturwissenschaftlern und Ingenieuren geprägte CE-Forschung hat einerseits die mit gewissen Technologien verbundenen hohen Erwartungen bereits gedämpft (z.B. zur Eisendüngung der Ozeane), andererseits hat sie gezeigt, dass – auch wenn die Technologien konzeptionell einfach sind – mögliche Neben- und Folgewirkungen von großer systemischer Komplexität sein können und weitgehend

unverstanden sind. Der bislang technologisch-naturwissenschaftlich orientierte akademische und öffentliche Diskurs wird zunehmend durch Beiträge aus der sozial-, geistes- und rechtswissenschaftlichen Forschung bereichert, da erkannt wird, dass eine Beurteilung der CE-Technologien die Beteiligung aller Disziplinen erfordert. Verschiedene Indizien lassen darauf schließen, dass die Debatte um CE-Technologien in den kommenden Jahren an Fahrt gewinnen und entsprechend der politische Entscheidungs- und Handlungsdruck zunehmen könnte.

Vor diesem Hintergrund ist das TAB durch den zuständigen Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung mit einem TA-Projekt zum Thema »Geoengineering« beauftragt worden, welches im Sommer 2011 startet und im Herbst 2012 abgeschlossen werden soll. Ziel des TAB-Projekts ist es, einerseits einen umfassenden Überblick über den Stand des Wissens bezüglich naturwissenschaftlich-technologischer Aspekte der verschiedenen vorgeschlagenen CE-Konzepte mit einem besonderen Fokus auf mögliche Risiken und Folgewirkungen zu geben, andererseits die in diesem Beitrag angesprochenen (völker)rechtlichen, ethischen, sozioökonomischen und politischen Facetten der Thematik auszuarbeiten und zu diskutieren.

Übrigens: In Jules Vernes Roman bleibt die dem Kanonenschuss zuge dachte Wirkung infolge eines trivialen Rechenfehlers – die Kanonenkugel wird viel zu klein dimensioniert – aus. Die jubelnden Weltbürger behalten ihre Jahreszeiten und werden von Katastrophen verschont. Bleibt zu hoffen, dass, sollte es irgendwann tatsächlich nötig werden, CE-Technologien mit »großem Hebel« zum Einsatz zu bringen, keine Rechenfehler unterlaufen!

*Claudio Caviezel*

---

## LITERATUR

- Crutzen, P.J. (2006): Albedo Enhancements by Stratospheric Sulfur Injections: A Contribution to Resolve a Policy Dilemma? In: *Climate Change* 77, S. 211–219
- ETC (Action Group on Erosion, Technology and Concentration) (2010): *Geopiracy. The Case Against Geoengineering.* <http://www.etcgroup.org/en/node/5217> (6.7.2011)
- Keith, D.W. (2009): Engineering the Planet. In: Schneider, S.H., Rosencranz, A., Mastrandrea, M.D., Kuntz-Duriseti, K. (Hg.): *Climate Change Science and Policy.* Washington, S. 494–502
- Konrad, K. (2011): Brennstoffzellen zwischen Euphorie und Ernüchterung: Versprechen Neuer Technologien und ihre Bedeutung für Akteursstrategien. In: Kehrt, C., Schüßler, P., Weitze, M.-D. (Hg.): *Neue Technologien in der Gesellschaft.* Bielefeld, S. 155–175
- Leisner, T., Müller-Klieser, S. (2010): Aerosolbasierte Methoden des Climate Engineering. Eine Bewertung. In: *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* 19(2), S. 25–32
- Lenton, T.M., Held, H., Kriegler, E., Hall, J.W., Lucht, W., Rahmstorf, S., Schellnhuber, H.J. (2008): Tipping elements in the Earth's climate system. In: *PNAS* 105(6), S. 1786–1793
- Ott, K. (2010): Kartierung der Argumente zum Geoengineering. In: Altner, G., Leitschuh, H., Michelsen, G., Simonis, U.E., von Weizäcker, E.U. (Hg.): *Jahrbuch Ökologie. Die Klimamanipulateure. Rettet uns Politik oder Geo-Engineering?* Stuttgart, S. 20–32
- Rösch, C., Achternbosch, M., Schipl, J., Sardemann, G. (2010): Climate Engineering Light. Natürliche Prozesse der CO<sub>2</sub>-Speicherung. In: *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* 19(2), S. 43–52
- Royal Society (2009): *Geoengineering the Climate. Science, Governance and Uncertainty.* London
- Sardemann, G. (2010): Die Welt aus den Angeln heben. Zur Geschichte des Climate Engineering. In: *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* 19(2), S. 8–17
- Strong, A., Chisholm, S., Miller, C., Cullen, J. (2009): Ocean Fertilization: Time to Move On. In: *Nature* 461, S. 347–348
- Wiertz, T., Reichwein, D. (2010): Climate Engineering zwischen Klimapolitik und Völkerrecht. In: *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* 19(2), S. 17–25

---

## KONTAKT

Dr. Claudio Caviezel  
030 28491-116  
caviezel@tab-beim-bundestag.de

# RESSORTÜBERGREIFEND UND PARTIZIPATIV: ANFORDERUNG AN EINE FORSCHUNG ZUR LÖSUNG GLOBALER ERNÄHRUNGSPROBLEME

Im Vergleich zum Welternährungsproblem können manch andere Themen des wissenschaftlich-technischen und gesellschaftlichen Wandels, mit denen sich die Politik und das TAB befassen, fast als nachrangig oder gar als Luxusprobleme erscheinen: Im Jahr 2011 hungern weltweit etwa 1 Mrd. Menschen, und mindestens noch einmal so viele leiden an einer Unterversorgung mit lebensnotwendigen Mikronährstoffen wie Jod, Eisen und Vitamin A. Wie Forschung in Zukunft erfolgreicher als bislang dazu beitragen kann, diesen Zustand zu überwinden, war Thema eines kürzlich abgeschlossenen TAB-Projekts.

Das Fortbestehen von Hunger und Mangelernährung ist angesichts der heutigen wissenschaftlichen und technischen Möglichkeiten eigentlich unfassbar und weist auf fundamentale Defizite der globalen politischen und sozioökonomischen Situation hin – dieser Befund dürfte wenig Widerspruch ernten. Äußerst vielfältig und häufig kontrovers hingegen sind die Einschätzungen, welches die wichtigsten Ursachen und welches die besten Wege zur Lösung globaler Ernährungsprobleme sind. Die Zahl der Analysen, Konferenzen und Stellungnahmen auf internationaler und nationaler Ebene zu unterschiedlichen Teilthemen ist kaum zu überschauen und belegt ein hohes gesellschaftliches Bewusstsein von der Notwendigkeit und Dringlichkeit einer nachhaltigen Verbesserung. Allein im zweiten Quartal dieses Jahres fanden in Deutschland mehrere hervorhebenswerte Veranstaltungen im politischen Raum statt, darunter zwei im Deutschen Bundestag:

- > Am 4. April führte der Ausschuss für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz eine öffentliche Anhörung zum Globalthema »Welternährung« mit einem dementsprechend weiten Fragespektrum durch.
- > Das Auswärtige Amt veranstaltete am 10. Mai sein 28. Forum Globaler Fragen in Zusammenarbeit mit der Vereinigung Deutscher Wissenschaftler e.V. (VDW) zur Frage »(Kein) Brot für die Welt? – Ernährung in der Krise«. Dabei wurden insbesondere Fragen zu ausländi-

schen Investitionen in die Agrarproduktion von Entwicklungsländern im Konflikt zwischen wünschenswerter ökonomischer Förderung und unerwünschter Landnahme diskutiert.

- > Auf der weltgrößten Verpackungsmesse »interpack« in Düsseldorf fand am 16. und 17. Mai unter dem Titel »SAVE FOOD« ein internationaler Kongress zum Spannungsfeld zwischen Ernährung, Verpackung und Nachhaltigkeit statt, auf dem die Welternährungsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) eine Studie zum dramatischen Problem der globalen Nahrungsmittelverluste durch Verderben und Verschwendung präsentierte. Hierdurch hat dieses Thema die verdiente größere Aufmerksamkeit gefunden, und auch das Bundesverbraucherministerium lässt hierzu bis Jahresende eine umfangreiche Studie erstellen.
- > Am 26. Mai widmete der Deutsche Ethikrat mit seiner öffentlichen Jahrestagung »Die Ernährung der Weltbevölkerung – eine ethische Herausforderung« zum ersten Mal überhaupt eine Veranstaltung einer Frage außerhalb von Medizin und Biowissenschaften.
- > Am 27. Juni behandelte der Ausschuss für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz in einer weiteren öffentlichen Anhörung speziell das Problem der steigenden und schwankenden Nahrungsmittelpreise unter dem Titel »Spekulation mit agrarischen Rohstoffen verhindern«.

Im Unterschied zu diesen und den meisten anderen Diskussionen, die angesichts des Welternährungsproblems vorrangig um technologische, ökonomische, soziale oder politische Handlungsoptionen kreisen, ging es bei dem im Februar abgeschlossenen TAB-Projekt »Welchen Beitrag kann die Forschung zur Lösung des Welternährungsproblems leisten?« um die zukünftige Rolle von Wissenschaft und Forschung. Deren Bedeutung wird zwar von vielen Seiten grundsätzlich betont, aber meist nicht detailliert betrachtet. Daher war es eine naheliegende, allerdings auch herausfordernde Aufgabe für das TAB, im Auftrag des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (ABFTA) gezielt nach zukunftsrelevanten Forschungsperspektiven und -themen, nach Forschungsgestaltung und deren politischen Umsetzungsmöglichkeiten zu fragen. Der folgende Beitrag fasst die Hauptergebnisse und Folgerungen des resultierenden TAB-Arbeitsberichts Nr. 142 »Forschung zur Lösung des Welternährungsproblems – Ansatzpunkte, Strategien, Umsetzung« zusammen, der nach Abnahme durch den ABFTA im Juli 2011 erschienen ist und eine Vielzahl von Anregungen für eine ressortübergreifende forschungspolitische Debatte gibt.

## DREI SICHTWEISEN AUF DAS WELTERNÄHRUNGSPROBLEM

In den Diskussionen zum Welternährungsproblem werden unterschiedliche Antworten auf die Frage gegeben, was den Kern des Problems ausmacht. Dabei lassen sich im Wesentlichen drei Perspektiven unterscheiden: Mengen-, Zugangs- und Ernährungsperspektive.

- > In der Mengenperspektive steht die insgesamt produzierte und nachgefragte Menge an Nahrungsmitteln im Mittelpunkt des Interesses. Die Mengenperspektive wird häu-

fig eingenommen, wenn der künftige Nahrungsmittelbedarf der Weltbevölkerung – etwa im Jahr 2050 – zum Thema gemacht wird. Aus der Zahl der Menschen sowie deren mittlerem Nahrungsenergiebedarf wird hierbei auf die insgesamt benötigte Menge an Nahrungsmitteln geschlossen.

- > Demgegenüber wird aus der Zugangsperspektive betont, dass für eine Beurteilung der Welternährungslage nicht die rechnerische, sondern die tatsächliche Verfügbarkeit von Nahrung für alle Menschen entscheidend ist. Trotz eines seit Jahrzehnten bestehenden Produktionsüberschusses können Millionen von Menschen ihren Nahrungsmittelbedarf nicht ausreichend decken. In der Zugangsperspektive liegt das Interesse daher bei den Mechanismen, die zu einer bestimmten Verteilung der insgesamt verfügbaren Nahrungsmittel innerhalb der Weltbevölkerung führen.
- > Die Ernährungsperspektive stellt das individuelle Ernährungsverhalten sowie dessen Bestimmungsfaktoren in den Mittelpunkt. Das Welternährungsproblem ist in dieser Sichtweise weder primär ein Mengenproblem noch ein bloßes Zugangsproblem. Vielmehr wird es wesentlich als Problem des Ernährungsverhaltens verstanden, das u. a. gekennzeichnet ist durch unzureichendes Wissen über gesunde Ernährung und geeignete Zubereitungsweisen für die zur Verfügung stehenden Nahrungsmittel.

Noch gilt das Welternährungsproblem primär als ein Zugangs- und nicht als Mengenproblem, und die Ernährungsperspektive spielt bislang eine vergleichsweise geringe Rolle. Dies wird sich nach Ansicht vieler Experten jedoch in den kommenden Jahrzehnten aufgrund der weiter wachsenden Weltbevölkerung, des fortschreitenden Wandels der Ernährungsgewohnheiten hin zum res-

sourcenintensiven Ernährungsstil der Industrieländer sowie des zunehmenden Drucks auf die landwirtschaftlichen Produktionsgrundlagen (Degradierung fruchtbarer Böden, Ernteauffälle infolge des Klimawandels, Anbau nachwachsender Rohstoffe) ändern (hierzu auch der Schwerpunkt des TAB-Briefs 35 »Nachhaltige Produktionssteigerung? Herausforderungen der globalisierten Landwirtschaft«).

Jede der drei Perspektiven geht mit einem spezifischen Problemverständnis einher. Insbesondere kommen je nach Perspektive unterschiedliche Einflussgrößen auf die Welternährungssituation in den Blick. Dazu zählen so heterogene Faktoren wie die verfügbare Anbaufläche, die Entwicklung der Weltbevölkerung und der Ernährungsgewohnheiten, Fortschritte in der Pflanzenzüchtung, die rechtliche und sozioökonomische Situation von Frauen, Reformen im Bodenrecht, Wasserverfügbarkeit u.v.m. Diese Faktoren dürfen nicht voneinander isoliert betrachtet werden, sondern weisen komplexe Wechselwirkungen auf. So ist ein geringer Bildungsgrad einerseits eine wichtige Ursache für Unter- und Mangelernährung. Andererseits wirken Unter- und Mangelernährung der Bildung von Erwachsenen und Kindern entgegen. Das Welternährungsproblem wird somit von einem komplexen System heterogener Faktoren beeinflusst.

### FRAGESTELLUNGEN DES TAB-PROJEKTS

Viele der genannten Einflussgrößen haben einen mehr oder weniger starken Forschungsbezug. Hierzu zählen nicht nur Züchtungsforschung sowie andere Ansätze, die die Produktion von Nahrungsmitteln betreffen, sondern z.B. auch Forschung zur Verminderung von Nachernteverlusten oder zum Wandel der Ernährungsgewohnheiten sowie übergreifende Ansätze etwa zu den

Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft.

Ziel des TAB-Projekts war es zu untersuchen, in welchen Bereichen der deutschen Forschung relevante Lösungsbeiträge zu erwarten sind, sodass eine intensivere Unterstützung naheläge. Dabei sollte die Thematik einerseits mit einer breiten Perspektive angegangen werden, um den Blick auch auf solche Forschungsfelder zu richten, die in der einschlägigen Diskussion bislang vernachlässigt wurden, obwohl von ihnen nennenswerte Beiträge zur Lösung des Problems erwartet werden können. Andererseits konnte es aufgrund der Breite und Komplexität der Thematik nicht Ziel des Projekts sein, eine umfassende Liste von Forschungsthemen zu erstellen. Stattdessen sollten ausgewählte relevante Themenstellungen für die Forschung vertieft behandelt und darüber hinaus übergreifende Schwerpunktsetzungen für die Forschungspolitik reflektiert werden. Besonderes Augenmerk wurde darüber hinaus auf die Frage gerichtet, welche Lehren aus den in der Vergangenheit z.T. ernüchternden Erfahrungen mit der Wirksamkeit entwicklungsorientierter Forschung für die zukünftige Forschungsorganisation gezogen werden können.

In der ersten Projektphase wurde eine Auswahl potenzieller Forschungsfelder im Kontext des Welternährungsproblems durch Kurzgutachten näher untersucht. Die folgenden Forschungsfelder werden im Abschlussbericht des TA-Projekts vertieft behandelt:

- > Pflanzenzüchtung für marginale Standorte
- > Nutzung vernachlässigter Pflanzenarten
- > Beiträge der ökologischen Landwirtschaft zur Welternährung
- > Anpassung der Landwirtschaft an den Klimawandel
- > Veränderung der globalen Ernährungsgewohnheiten

- > Nacherntetechnologie
- > Strategien zur Behebung von Mikronährstoffdefiziten

## SCHWERPUNKTSETZUNGEN FÜR ZUKÜNFTIGE FORSCHUNG

Integraler Bestandteil des Projekts war der TAB-Workshop »Forschung zur Lösung des Welternährungsproblems« im Juni 2010, auf dem drei zentrale Problemfelder des Projektthemas diskutiert wurden: »Im Fokus der Forschung: Produktion oder Verbrauch?«, »Kontroverse Strategien zur Produktionssteigerung« sowie »Forschungsorganisation: Lehren aus dem Transferproblem für Förderinstitutionen und Forschungspolitik?« (dazu der Beitrag im TAB-Brief 38, S. 32–35).

Aus der Gesamtschau der im Projekt erzielten Ergebnisse wurden mögliche Schwerpunktsetzungen für zukünftige Forschung zum Welternährungsproblem abgeleitet. Dabei wurde der thematische Fokus des Workshops weiterentwickelt, dessen Relevanz von den Workshopteilnehmern fast durchgängig unterstrichen wurde.

### PRODUKTIONS- UND VERBRAUCHSSEITIGE THEMENFELDER GLEICHERMASSEN BERÜCKSICHTIGEN

Die Gegenüberstellung von produktions- und verbrauchsseitigen Einflussgrößen macht deutlich, dass nicht nur erstere, sondern auch letztere die Welternährungssituation in hohem Maße beeinflussen. Vor diesem Hintergrund liegt es nahe, den produktions- wie auch den verbrauchsseitigen Einflussgrößen im Rahmen der Forschung einen gleichermaßen hohen Stellenwert einzuräumen. Allerdings zeigen die Projektergebnisse, dass die Verbrauchsseite bislang nur eine vergleichsweise geringe Beachtung und Förderung erfahren hat. Daher erscheint eine verstärkte Unterstützung nachfrageseitiger Forschung vielversprechend.

### PRODUKTIVITÄTSSTEIGERUNG: ZUGANG ZU NAHRUNG UND RESSOURCENSCHUTZ IN DEN MITTELPUNKT STELLEN

Wie der TAB-Bericht herausarbeitet, sind alle Strategien zur landwirtschaftlichen Produktivitätssteigerung mit zwei zentralen Herausforderungen konfrontiert: Zum einen muss gewährleistet werden, dass die am stärksten von Unterernährung betroffenen Menschen zugleich verbesserten Zugang zu Nahrung erhalten. Zum anderen muss der derzeitige Ressourcenverbrauch landwirtschaftlicher Praktiken dringend erheblich reduziert werden, nicht zuletzt deshalb, weil die globale Nahrungsmittelproduktion andernfalls ihrer Wirtschaftsgrundlage beraubt wäre. Grundsätzlich können zwei (Maximal-)Strategien unterschieden werden, die je nach spezifischen regionalen Bedingungen unterschiedlich erfolgversprechend sind: einerseits die High-external-Input-Intensivierung von Hochleistungsstandorten (also unter hohem Einsatz von Dünger und Pflanzenschutzmitteln) und andererseits die Low-external-Input-Intensivierung von marginalen Standorten.

Für eine Schwerpunktsetzung auf Low-external-Input-Intensivierung spricht zweierlei: Zum Ersten kann auf diese Weise eine Kopplung von Produktivitätssteigerung und Zugang im Bereich der kleinbäuerlichen Landwirtschaft in Entwicklungsländern erreicht werden. Zum Zweiten basiert dieser Ansatz auf nur geringen externen Inputs und kann auf diese Weise der drängenden Herausforderung begegnen, die Produktionsgrundlagen der Landwirtschaft zu erhalten und zu pflegen. Mit Blick auf Produktivitätssteigerung durch High-external-Input-Intensivierung auf Hochleistungsstandorten sollte der Schwerpunkt zukünftiger Forschung auf dem Aspekt der Ressourcenschonung liegen.

### FORSCHUNG ZUM GLOBALEN ERNÄHRUNGSVERHALTEN AUSBAUEN

Das Welternährungsproblem wird bislang in erster Linie als Mengen- oder Zugangsproblem verstanden. In den vergangenen Jahren wurde jedoch zunehmend gezeigt, dass es sich wesentlich auch um ein Problem des Ernährungsverhaltens handelt. Die wissenschaftliche Auseinandersetzung hiermit im Sinne einer Welternährungsforschung findet in Deutschland lediglich in Ansätzen statt. Eine Option für die zukünftige Ausrichtung der deutschen Forschung sollte vor diesem Hintergrund sein, diesen bisher vernachlässigten Bereich zu stärken und zu einem Feld »Forschung zum globalen Ernährungsverhalten« auszubauen.

### FORSCHUNGSPOLITISCHE HANDLUNGSOPTIONEN

Im TAB-Bericht wurden abschließend folgende Handlungsoptionen zu Forschungsorganisation und Forschungsförderung herausgearbeitet.

#### WELTERNÄHRUNGSFORSCHUNG ALS RESSORTÜBERGREIFENDE AUFGABE

Seit Verabschiedung des Berichts der Bundesregierung »Globale Ernährungssicherung durch nachhaltige Entwicklung und Agrarwirtschaft« im Juni 2008 konnten in den drei hauptsächlich relevanten deutschen Ressorts – BMBF, BMELV und BMZ – wichtige programmatische Veränderungen beobachtet werden: die Verabschiedung der »Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030«, die Förderung der Gründung der Deutschen Agrarforschungsallianz (DAFA) sowie die Erarbeitung des Konzepts »Entwicklung ländlicher Räume und ihr Beitrag zur Ernährungssicherung«. Bei allen drei Aktivitäten steht die Problemorientierung im Vordergrund, gleichzeitig

wird ein Anspruch an ressortübergreifendes Handeln explizit formuliert, was eine bessere Kooperation und mit Blick auf den Entwicklungsbereich vielleicht auch größere Kohärenz erwarten lässt.

Anknüpfend an die programmatischen Bemühungen von BMBF, BMELV und BMZ wäre ein möglicher nächster Schritt ein gutvorbereiteter, offener und gleichberechtigter Diskurs zwischen den unterschiedlichen »Kulturen« aus den Forschungsbereichen der drei Ressorts. Zu überlegen wäre, ob neben bestehenden Strukturen an Universitäten und vorhandenen Einrichtungen der Entwicklungsforschung eine zentrale Anlaufstelle für Projekte und Themen der entwicklungsorientierten Agrarforschung und verwandter Gebiete etabliert werden sollte oder ob mehrere dezentrale, virtuelle Kompetenzzentren zu verschiedenen Teilfragen bzw. regionalen Aspekten einer entwicklungsorientierten Welternährungsforschung geeigneter wären.

#### BESSERE BEDINGUNGEN FÜR PARTIZIPATIVE FORSCHUNG

Über den Erfolg von Forschung zur Lösung des Welternährungsproblems entscheidet ganz wesentlich die Art und Weise, in der die Forschung betrieben wird. Als zentrale Anforderung gilt die systematische Einbeziehung der späteren Nutzer möglicher Forschungsergebnisse, z.B. verbesserte Anbau-, Ernte- oder Verarbeitungsmethoden, in die Generierung der Forschungsfragen, die Forschungsplanung und -durchführung. Seit Jahren wird ein zu geringer Stellenwert inter- bzw. transdisziplinärer Kapazitäten und Kompetenzen sowie eine Marginalisierung derjenigen Fächer in den agrarwissenschaftlichen Fakultäten und Forschungseinrichtungen konstatiert, die für eine solche partizipative, adressatenorientierte Forschung als unerlässlich gelten. Hier wäre eine konsequente Umsteuerung

durch Bund und Länder nötig. Zu prüfen wäre die Schaffung einer zentralen Stelle (im Sinn eines »Kompetenzzentrums Partizipative Agrarforschung«) an einer geeigneten Forschungseinrichtung. Auf europäischer Ebene böte sich die Bildung und Unterstützung eines europäischen Netzwerks »Participatory Research for Global Food Security« an. Auch im 8. Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Kommission sollte der Einsatz partizipativer Methoden gezielt gefördert werden.

Neben der Schaffung bzw. dem Ausbau von Kapazitäten in Hochschulen und Forschungseinrichtungen wäre es erforderlich, die Bedingungen der Forschungsförderung anzupassen. Um die Chancen partizipativer Projekte zu erhöhen, wäre es unter anderem nötig, eine offenere Projektplanung zuzulassen, die Flexibilität der Mittelvergabe zu vergrößern und andere Methoden der Überprüfung der Effektivität der geförderten Projekte zu etablieren.

#### »LEUCHTTURMPROJEKTE« ALS MÖGLICHER NÄCHSTER SCHRITT

Aus der Verbindung der Überlegungen zur Stärkung partizipativer Forschung mit den Handlungsoptionen zur Weiterentwicklung der forschungspolitischen Programmatik resultiert eine vergleichsweise kurzfristig umzusetzende Handlungsmöglichkeit: die Konzeption und Entwicklung von »Leuchtturmpunkten« im Sinn von »Gemeinsamen Beiträgen deutscher Forschungsakteure zur Ernährungssicherung marginalisierter Bevölkerungsgruppen durch eine nachhaltige Entwicklung ländlicher Räume« – mit explizit partizipativer Ausrichtung und als ressort-, disziplinen- und akteursübergreifende Beispiele für Problem- und Adressatenorientierung. Ziel müsste es sein, die entwicklungsbezogenen, international ausgerichteten Aktivitäten und Kompetenzen von Universitäten, außeruniversitären Instituten, fachlichen

und Nichtregierungsorganisationen mit denen von Akteuren aus vorwiegend national bzw. europäisch orientierten Agrar-, Bio-, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften problembezogen zusammenzuführen. Die Finanzierung würde in den Rahmen der »Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030« passen; die Konzeption des BMZ »Entwicklung ländlicher Räume und ihr Beitrag zur Ernährungssicherung« könnte als Orientierung genutzt werden; die Ressortforschung des BMELV könnte sich über die DAFA einbringen. Wichtig wäre auch eine aktive Beteiligung der DFG als zentraler Fördereinrichtung der Grundlagenforschung.

#### HINWEIS ZUR VERÖFFENTLICHUNG

Der Bericht »Forschung zur Lösung des Welternährungsproblems. Ansatzpunkte – Strategien – Umsetzung« ist als TAB-Arbeitsbericht Nr. 142 erschienen.

#### KONTAKT

Marc Dusseldorp  
030 28491-0  
dusseldorp@tab-beim-bundestag.de

# HERAUSFORDERUNG ENHANCEMENT – JENSEITS VON VERKLÄRUNG UND DRAMATISIERUNG

Ist es das eigentliche Ziel aller Bemühungen der modernen Biowissenschaften – oder nur eine weitere Etappe auf dem Weg zur umfassenden Manipulation der menschlichen Natur? Vor allem aus techniksoziologischer und bioethischer Perspektive werden seit einigen Jahren unter dem englischen Begriff »Enhancement« wissenschaftlich-technische Möglichkeiten, menschliche Fähigkeiten gezielt zu beeinflussen und zu »verbessern«, diskutiert. Gleichzeitig finden Meldungen über einen veränderten Umgang wachsender Teile der Gesellschaft mit pharmakologisch wirksamen Substanzen verstärkt öffentliche und politische Aufmerksamkeit.

Auch das TAB hat in mehreren Projekten Hinweise auf eine zunehmende Entwicklung und Diffusion von Pharmaka und anderen medizinischen Verfahren einschließlich (neuro)technischer Interventionen zur Verbesserung der individuellen Leistungsfähigkeit gefunden und beschrieben: bei der Darstellung neuer Ergebnisse der Hirnforschung und ihrer Anwendungen (TAB-Arbeitsbericht Nr. 117), im Hintergrundpapier Nr. 16 zu »Converging Technologies«, im TA-Projekt »Gendoping« (TAB-Arbeitsbericht Nr. 124) sowie im TAB-Brief-Schwerpunkt »Den Menschen »weiser und geschickter« machen« (TAB-Brief 35).

Der Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (ABFTA) befand daraufhin das Thema »Enhancement« einer vertieften Analyse wert und hat das TAB mit einer Untersuchung über »Pharmakologische und technische Interventionen zur Leistungssteigerung – Perspektiven einer weiter verbreiteten Nutzung in Medizin und Alltag« beauftragt. In einer Explorationsphase wurden zunächst der Stand von Forschung und Entwicklung relevanter Medikamente und Methode erhoben, die vorhandene Empirie des Phänomens sowie die sozialwissenschaftliche, ethische und rechtliche Debatte der Problematik erschlossen (TAB-Brief 35, S. 28–31). Mit Blick auf die aktuelle und mittelfristige gesellschaftliche und politische Relevanz wurden dann in der Hauptphase vertieft die bisherigen Entwicklungen und plausiblen Fortschreibungen beobachtbarer Trends der Verwendung

von (Psycho-)Pharmaka zur Leistungssteigerung in Beruf und Alltag untersucht. Technische (Neuroimplantate u.Ä.) und biomedizinische Interventionen (z.B. genetische Manipulationen) wurden nicht weiter behandelt, weil ihre gezielte Nutzung für eine verbreitete Leistungssteigerung gesunder Menschen ein höchstens langfristig vorstellbares Szenario darstellt.

Der Abschlussbericht zum Projekt bietet sowohl zum Stand der Möglichkeiten, menschliche Leistung pharmakologisch zu beeinflussen, als auch zur arznei-, lebensmittel- und gesundheitsrechtlichen Einordnung die derzeit wohl umfassendste verfügbare Darstellung. Damit wird eine realitätsbezogene Diskussion zukünftiger Entwicklungen möglich, die sich von bisherigen hypothetischen und visionären Beschreibungen abhebt. Die systematische Auswertung der wissenschaftlichen Befassung mit der Dopingproblematik im Leistungs- und Breitensport liefert eine Basis, um mögliche analoge Dynamiken in Bezug auf Enhancement in einer »Leistungssteigerungsgesellschaft« ableiten zu können.

Auf einen kurzen Nenner gebracht, zeigt der Bericht des TAB, dass

- > Enhancementmittel im engeren Sinn – spezifisch wirksam und nebenwirkungsfrei oder zumindest -arm – bislang eine Vision der Forschung bzw. ein Konstrukt der Debatte sind;
- > große Wissenslücken bezüglich der bisherigen Nutzung von Arznei-

mitteln mit der Absicht der Leistungssteigerung existieren;

- > für eine gezielte und systematische Erforschung und Entwicklung von pharmazeutischen Wirkstoffen und Arzneimitteln mit der Zielsetzung der Leistungssteigerung auch bei Gesunden weitreichende regulative Änderungen nötig wären, die eine sehr dezidierte gesellschaftliche und politische Willensbildung »pro Enhancement« voraussetzen würde;
- > es gewichtige Gründe gibt, das Ziel einer pharmakologischen Leistungssteigerung als wünschenswerte Problembewältigungsstrategie gesunder Menschen in Zweifel zu ziehen;
- > fundamentaler gesellschaftlicher Diskussionsbedarf zum weiteren Umgang mit wachsenden Leistungsanforderungen und unterschiedlichen Leistungsfähigkeiten besteht.

Der Abschlussbericht des Projekts liefert eine Reihe von Anregungen für die weitere parlamentarische Behandlung. Nach erfolgter Abnahme im Juli 2011 durch den ABFTA wird der Bericht unter dem Titel »Pharmakologische Interventionen zur Leistungssteigerung als gesellschaftliche Herausforderung« in den nächsten Wochen veröffentlicht. Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse ist für den nächsten TAB-Brief vorgesehen.

## KONTAKT

Dr. Arnold Sauter  
030 28491-110  
sauter@tab-beim-bundestag.de

# NANOELEKTRONIK: FOLGEN DER EU-BEIHILFEPOLITIK FÜR DIE EUROPÄISCHE WETTBEWERBSFÄHIGKEIT

TAB-BRIEF NR. 39 / AUGUST 2011

In zahlreichen Ländern werden erhebliche Subventionen und Steuervergünstigungen gewährt, um im globalen Wettbewerb in zukunftsträchtigen Sektoren oder Technikfeldern vorne zu liegen. In Europa werden die staatlichen Unterstützungsmöglichkeiten durch die EU-Beihilfekontrolle jedoch eingeschränkt. Diese Situation wirft regelmäßig folgende Fragen auf: Wird dadurch die Wettbewerbsfähigkeit in wissens- und kapitalintensiven Technologien wie der Nanoelektronik nachhaltig gefährdet? Inwieweit besteht im Bereich der Nanoelektronik eine Situation, die staatliche Beihilfe rechtfertigen würde? Ist auch unter den europäischen Bedingungen der eingeschränkten staatlichen Beihilfemöglichkeiten eine nachhaltige nationale Förderpolitik möglich?

Der TAB-Innovationsreport »Internationale Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Wirtschaft im Hinblick auf die EU-Beihilfepolitik – am Beispiel der Nanoelektronik« hat untersucht, welche Bedeutung die EU-Beihilfenkontrolle für Deutschland und Europa in der Nanoelektronik hat und wie eine geeignete Förderpolitik zum Erhalt und der Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit aussehen könnte.

## DEUTSCHLANDS UND EUROPAS WETTBEWERBSSITUATION – STÄRKEN UND SCHWÄCHEN

Nanoelektronikkomponenten werden in zahlreichen Branchen verwendet (z.B. Konsumelektronik, Automobilindustrie) und gelten als wichtiger Zukunftsmarkt. Da die Nanoelektronik eine bedeutende Rolle für die technologische Wettbewerbsfähigkeit einnimmt, haben viele Länder ein hohes strategisches Interesse an der Entwicklung dieses Wirtschaftszweiges. Die Globalisierung des Wettbewerbs und die internationale Arbeitsteilung sind im Bereich Nanoelektronik besonders weit fortgeschritten (Abb.).

Folgende Kernentwicklungen haben in den zentralen Wertschöpfungsstufen in der jüngeren Vergangenheit stattgefunden:

- > Beim FuE-intensiven Chipdesign sind die USA bislang deutlich füh-

rend, einzelne asiatische Länder (v.a. Taiwan) holen jedoch auf. Am Standort Europa sind Unternehmen dieses Teilbereichs vorrangig in der Automobil- und Industrieelektronik tätig.

- > Die Produktionskapazitäten haben sich in den vergangenen Jahren international deutlich verschoben. Der Anteil Europas an der weltweiten Produktion von Halbleiterelementen sank von 15 % im Jahr 2000 auf gut 10 % im Jahr 2009. Diese Entwicklung ist auch in Deutschland als größtem Produktionsstandort in Europa zu beobachten. Auch Japan und die USA haben erhebliche Produktionsanteile

verloren. Erstarkt sind insbesondere asiatische Länder wie Taiwan und China.

- > Das Zusammensetzen der Halbleiterprodukte (»Packaging«) findet bereits seit längerer Zeit vorrangig in Asien statt. Der Anteil Europas liegt hier aktuell unter 2 %.
- > Die größte Nachfrage nach Halbleiterprodukten entspringt mit fast 70 % ebenfalls aus den asiatischen Ländern inklusive Japan. In Europa wurden im Jahr 2009 nur noch 13 % der Weltproduktion nachgefragt.

Diese Entwicklungen setzen Nanoelektronikunternehmen in Europa unter erheblichen Wettbewerbsdruck. Der globale Wettbewerb ist dabei sehr eng, da sich die jeweils weltweit führenden Standorte bei den Standortvor- und -nachteilen nur wenig unterscheiden. Die Stärken Deutschlands liegen tendenziell in der technologischen Wissensbasis, insbesondere in der breiten Systemkompetenz qualifizierter Fachkräfte (z.B. in der Leistungselektronik) und bei der forschungsintensiven Erwei-

REGIONALE AUFTeilUNG DES HALBLEITERWELTMARKTS IM JAHR 2007

Amerika					Japan				
Nachfrage absolut in US-Dollar	Nachfrage relativ in %	Umsatz ans. Firmen in %	Besitz der Produktionskapazitäten in %	Standort der Produktionskapazitäten in %	Nachfrage absolut in US-Dollar	Nachfrage relativ in %	Umsatz ans. Firmen in %	Besitz der Produktionskapazitäten in %	Standort der Produktionskapazitäten in %
42 Mrd.	16	44	45	16	49 Mrd.	19	21	26	25
Europa					Asien-Pazifik und Rest der Welt				
Nachfrage absolut in US-Dollar	Nachfrage relativ in %	Umsatz ans. Firmen in %	Besitz der Produktionskapazitäten in %	Standort der Produktionskapazitäten in %	Nachfrage absolut in US-Dollar	Nachfrage relativ in %	Umsatz ans. Firmen in %	Besitz der Produktionskapazitäten in %	Standort der Produktionskapazitäten in %
41 Mrd.	16	11	12	11	124 Mrd.	49	24	17	48
total									
Nachfrage absolut in US-Dollar	Nachfrage relativ in %	Umsatz ans. Firmen in %	Besitz der Produktionskapazitäten in %	Standort der Produktionskapazitäten in %					
256 Mrd.	100	100	100	100					

Angaben für Besitz der Produktionskapazitäten beziehen sich auf das Jahr 2005.  
Quelle: nach Collet 2007; ESIA 2008; ZVEI 2008

terung der Funktionalitäten (»More-than-Moore«-Bereich). Standortvorteile ergeben sich durch einen großen inländischen Markt im Automobil- und Industrieelektroniksektor. Auch die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Akteuren aus Wissenschaft und Industrie ist in Deutschland und Europa gut etabliert. Hierzu haben auch vielfältige öffentliche Förderkonzepte beigetragen.

Sowohl bei der nationalen als auch bei der europäischen Forschungsförderung werden jedoch zunehmend Probleme sichtbar. Wichtige nationale Förderprogramme unterstützen beispielsweise nur Projekte, bei denen Prozesse bzw. Produkte entwickelt werden, die national produziert, verarbeitet oder genutzt werden. Daher fallen bereits heute einige Marktsegmente (z.B. Halbleiterprodukte im Bereich Mobilkommunikation) aus der nationalen Förderung weitgehend heraus, weil sich deren Absatzmarkt fast ausschließlich im Ausland befindet. Zukünftig werden aufgrund der zunehmenden internationalen Arbeitsteilung in der Nanoelektronikproduktion immer weniger Teilbereiche der Wertschöpfungskette und weniger Marktsegmente das Förderkriterium der nationalen Verwertung erfüllen können. Folglich werden sie nicht mehr gefördert, obwohl auch exportorientierte Aktivitäten positive Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte im Inland generieren können.

Auf der europäischen Ebene gibt es zwei Forschungsförderungsprogramme, die explizit auf die Nanoelektronik ausgerichtet sind: ENIAC (European Nanoelectronics Initiative Advisory Council) und CATRENE (Cluster for Application and Technology Research in Europe on NanoElectronics). Beide Förderprogramme überschneiden sich inhaltlich deutlich. Bei beiden Programmen ist die nationale Mitbestimmung sehr hoch, teilweise entscheiden die jeweiligen Ministerien bei einzelnen Pro-

jekten getrennt über die Förderung des nationalen Akteurs. Dabei unterscheiden sich die Einschätzungen förderfähiger Themen und Kosten zwischen den teilnehmenden Ländern mitunter erheblich. Diese Situation führt regelmäßig zu Abstimmungsproblemen.

Neben der Forschungsförderung liegen die Schwächen Deutschlands und Europas im Bereich Nanoelektronik vor allem bei der mangelnden Umsetzung innovativer Ideen und Ergebnisse der FuE in kommerziell erfolgreiche Marktanwendungen. Diese Standortchwäche entsteht u.a. durch die geringen Investitionen von Großunternehmen und die große Konkurrenz zwischen europäischen Akteuren, deren Geschäftsmodelle mitunter ähnlich sind und die sich weniger ergänzen, als dies in anderen Weltregionen der Fall ist.

## POLITISCHE MASSNAHMEN IM INTERNATIONALEN VERGLEICH

Politische Maßnahmen haben im Bereich der Nanoelektronik eine besondere Bedeutung. Zum einen gibt es seit Langem eine umfangreiche Subventionierung, da viele Länder diesen Bereich als zentral für die wirtschaftliche Entwicklung und inländische Beschäftigung betrachten. Zum anderen können aufgrund geringer Standortunterschiede zwischen den weltweit führenden Nanoelektronikstandorten politische Maßnahmen durchaus den entscheidenden Ausschlag für oder gegen eine Standortentscheidung liefern. In führenden außereuropäischen Ländern, z.B. Taiwan, China und den USA, ist eine größere staatliche Unterstützung zu verzeichnen als beispielsweise in Frankreich oder Deutschland. Zu den dort eingesetzten Fördermaßnahmen und Anreizinstrumenten gehören

- › eine teilweise sehr intensive FuE-Förderung (Taiwan, Japan, USA);

- › zumindest in Einzelfällen sehr hohe Beihilfen zum Aufbau von Produktionsstätten (China, USA);
- › verschiedene Steuervergünstigungen, u.a. Steuerbefreiungen bei Neuinvestitionen oder Grundsteuerermäßigungen (China, Taiwan, Südkorea, Japan);
- › gezielte Unterstützung von Speicherchipherstellern im Zuge der Wirtschaftskrise in den Jahren 2008 und 2009 (Südkorea, Japan).

Auch innerhalb Europas gibt es zum Teil erhebliche Unterschiede, wie bei einem Vergleich der deutschen und französischen förderpolitischen Maßnahmen deutlich wird. Obwohl beide Länder gleichermaßen der EU-Beihilfenkontrolle unterliegen, verfolgt Frankreich eine ausgeprägtere Industriepolitik als Deutschland. Verschiedene Maßnahmen, wie z.B. eine hohe Konzentration der Forschungsförderung auf ausgewählte Unternehmen oder das explizite Förderprogramm »Nano 2012«, führen zu einer deutlichen Unterstützung der Akteure am Standort Grenoble. In Deutschland ist die Förderung weniger auf bestimmte Akteure konzentriert.

Unabhängig von solchen nationalen Unterschieden innerhalb der EU wird von vielen Experten die europäische Beihilfenkontrolle generell als bedeutende Beschränkung genannt, die eine umfassendere staatliche Unterstützung der europäischen Industrie grundsätzlich verhindert.

## EU-BEIHILFENKONTROLLE: EINSCHÄTZUNGEN ZU WIRKUNGEN UND FOLGEDIMENSIONEN

Das derzeitige EU-Beihilferecht verbietet grundsätzlich staatliche Beihilfen, sieht jedoch verschiedene Ausnahmen vor, z.B. für KMU, FuE-Ausgaben oder rückständige Regionen. Gerade im Be-

reich der Nanoelektronik konnten die EU-Mitgliedsländer zahlreiche Ausnahmeregelungen in Anwendung bringen, sodass sie gewisse Gestaltungsmöglichkeiten hatten und Fälle mit unterschiedlichen Förderhöhen subventionierten. Diese Ausnahmen werden durch sogenannte Beihilferahmen geregelt, in denen die jeweiligen Ausnahmekriterien und Beihilfehchstintensitäten festgelegt wurden. Im Jahre 2002 wurde der europäische Beihilferahmen neu geregelt, und die Beihilfehchstintensitäten wurden insgesamt deutlich gesenkt. Die Restriktionen durch das EU-Beihilferecht gehen inzwischen weit über international vereinbarte Subventionsregelungen wie die WTO-Richtlinien hinaus. Dies gilt insbesondere für die Investitionsförderung, die nur noch im Rahmen regionaler Hilfen möglich ist.

Die Analyse der Fälle mit Höchstförderung im Bereich Nanoelektronik für den Zeitraum seit 2002 ergab insgesamt eine 10- bis 30%ige Reduktion des nationalen Förderumfangs im Vergleich zum früheren Beihilferahmen. Dies entspricht in den Fällen mit Höchstförderung einer Abnahme in zwei- bis dreistelliger Millionenhöhe. Die Möglichkeiten der staatlichen Förderung in der EU liegen durch die EU-Beihilfenkontrolle deutlich unter denen anderer Länder, wie z.B. den USA. Ausnahmen aufgrund von massiven Förderungen anderer Länder sind innerhalb des EU-Beihilferahmens nicht möglich.

Viele Experten sehen die dadurch beeinflussten Standortentscheidungen gegen Europa insbesondere in Bezug auf die Produktionsstätten als kritisch an, da neben der direkten Wertschöpfung erhebliche räumliche Ausstrahleffekte (Wissens-Spill-over-Effekte) auf FuE-Akteure und Zulieferer entstünden. Sie befürchten, dass bei einer Verlagerung der Produktionsstätten nach außerhalb Europas auch die Unternehmen in vorgelagerten Wertschöpfungsstufen an Wettbewerbsfähigkeit verlieren

oder ebenfalls ins Ausland abwandern könnten. Zudem könnten auch die inländischen Anwenderunternehmen der Nanoelektronik eventuell Probleme bekommen, wenn die ausländischen Anbieter nur wenig auf ihre Bedürfnisse eingehen, weil anzunehmen sei, dass diese sich allein auf große Nachfragebereiche des Weltmarkts konzentrieren.

Andererseits halten einige Experten auch eine positive inländische Entwicklung der Nanoelektronikindustrie mit sehr wenigen inländischen Produktionsstätten für möglich. Sie sind der Meinung, dass auf der Basis der genannten Einschränkungen nicht unmittelbar auf eine Änderungsnotwendigkeit des europäischen Beihilferechts geschlossen werden kann. Denn staatliche Beihilfen können auch unerwünschte Wirkungen haben und beispielsweise zu Wettbewerbsverzerrungen, Subventionswettlauf zwischen einzelnen Ländern oder gar zu Staatsversagen (z.B. Problematik des »Picking Winner«) führen. Insbesondere der Subventionswettlauf lässt sich in der Nanoelektronik durchaus beobachten.

In der Summe gibt es unterschiedliche Pro- und Kontraargumente bezüglich der Frage, ob in der Nanoelektronik stärkere staatliche Investitionsbeihilfen für Produktionsstätten und Änderungen in der EU-Beihilfenkontrolle gerechtfertigt werden können.

## HANDLUNGSOPTIONEN

Handlungsoptionen für Deutschland ergeben sich zunächst in Bezug auf die Optimierung bereits eingesetzter Politikinstrumente. Aufgrund der steigenden FuE-Kosten, der zunehmenden Spezialisierung von Unternehmen und der Erschließung neuer Anwendungsfelder (z.B. Medizintechnik, molekulare Elektronik) könnten eine Steigerung der privaten und öffentlichen FuE-Ausgaben angestrebt und die Vernetzung der in-

dustriellen Akteure unterstützt werden. Möglichkeiten hierfür sind z.B. die stärkere Förderung interdisziplinärer Projekte und eine Unterstützung bei der Initiierung von Kooperationen (u.a. durch Industrietage). Auch eine Verbesserung der Abstimmungs- und Koordinationsprozesse auf der europäischen Ebene sollte anvisiert werden. Eine bessere nationale Abstimmung bei den o.g. Förderprogrammen CATRENE und ENIAC oder eine stärkere Übertragung von Entscheidungskompetenzen auf die Programmorgane selbst können die Ausrichtung der Programme an aktuellen Themen verbessern und Doppelförderungen vermeiden. Darüber hinaus sollten Bemühungen fortgesetzt werden, die auf eine internationale Harmonisierung von Regelungen zu staatlichen Eingriffen abzielen. Dies würde den weltweiten Subventionswettlauf begrenzen. Denkbare, vorbereitende Schritte für eine solche Harmonisierung sind Maßnahmen zur Erhöhung der Transparenz staatlicher Beihilfen (z.B. Beauftragung einer Studie der »World Trade Organization«). Diese Maßnahmen allein werden die deutsche Nanoelektronikindustrie dennoch nur begrenzt unterstützen können.

Zu möglichen weiter führenden zusätzlichen Maßnahmen gibt es verschiedene Vorstellungen. Diese Meinungsverschiedenheiten resultieren aus den unterschiedlichen Sichtweisen bezüglich der Frage, ob der Erhalt und Ausbau von inländischen Produktionsstätten durch staatliche Maßnahmen legitimierbar ist und massiv unterstützt werden sollte. Da sowohl Pro- als auch Kontrapositionen rechtfertigbar sind, werden zwei Handlungsszenarien mit einem jeweils spezifischen Mix an Fördermaßnahmen zur Diskussion gestellt:

### HANDLUNGSSZENARIO »RAHMENSETZENDE POLITIK«

In diesem Szenario stehen vor allem technologieübergreifende, horizonta-

le Politikmaßnahmen zur Förderung der Nanoelektronikakteure im Mittelpunkt. Sie flankieren die Aktivitäten privater Akteure u.a. durch die Bereitstellung einer guten Infrastruktur und die Sicherung eines funktionierenden Wettbewerbs. Dieser Ansatz bedeutet keine sogenannte »Laissez-faire«-Politik, die der Nanoelektronik keine Beachtung schenkt. Vielmehr sollten die aktive Verbesserung der Rahmenbedingungen und die internationale Anschlussfähigkeit der nationalen Akteure im Bereich Nanoelektronik angestrebt werden. Wichtige Elemente können dabei eine steuerliche FuE-Förderung oder die stärkere Ausrichtung der Innovationsförderung an KMU-Bedürfnissen sein. Für Letzteres wäre ein breiter Förderansatz anzustreben, der auch Unterstützung bei Effizienz-, Prozess- oder Qualitätsverbesserung beinhaltet. Darüber hinaus sollte die Internationalisierung der Nanoelektronikakteure unterstützt werden, um passfähiges international anschlussfähiges Wissen zu generieren und die internationale Verwertung heimischer Verfahren und Produkte voranzutreiben.

#### HANDLUNGSSZENARIO »AKTIVE TECHNOLOGIE-/INDUSTRIEPOLITIK«

Startpunkt dieses Szenarios ist die Entwicklung einer einheitlichen Strategie für den deutschen Nanoelektronikstandort mit klaren Zukunftszielen, einer stärkeren Bereitschaft aller Akteure, sich für die Entwicklung der Nanoelektronik einzusetzen, sowie einer engen Abstimmung mit europäischen

Förderzielen in der Nanoelektronik. Der Fokus der Förderung liegt in diesem Fall auf der gesamten Wertschöpfungskette (FuE, Produktion, Nachfrage). Dabei sollte ein hohes Augenmerk auf ein geeignetes Programmdesign (z.B. Einbeziehen aller Akteure, Begrenzung von Mitnahmeeffekten) gelegt werden, um mögliche Risiken, wie einen weiter zunehmenden Subventionswettbewerb, zu vermeiden.

Als konkrete Maßnahmen wären bei der FuE-Förderung die Programme zu bündeln sowie Themen- und Technologiebereiche zu benennen, in denen Deutschland zum einen Stärken besitzt (z.B. Leistungselektronik) und zum anderen große Markt- und Wachstumspotenziale gesehen werden. Eine stärkere europäische Vernetzung der FuE-Akteure und der Unternehmen kann helfen, Synergien besser auszuschöpfen, die steigenden Kosten für die Entwicklung nächster Technologiegenerationen besser zu verteilen und eine kritische Masse in bestimmten Marktsegmenten zu erreichen. Um die gesamte Wertschöpfungskette zu unterstützen, wären auch der Einsatz von innovationsfreundlichen Nachfrageinstrumenten und eine aktive Förderung der Ansiedlung und Standortsicherung von Produktionsstätten anzustreben. Eine deutliche Verstärkung der Innovations- und Investitionsförderung würde jedoch die Lockerung des derzeitigen EU-Beihilferechts zwingend erfordern. Jeder Eingriff sollte hierbei behutsam erfolgen, um die Erreichung

der Ziele der stärkeren europäischen Integration und des gemeinsamen Binnenmarkts durch die EU-Beihilfenkontrolle nicht zu gefährden.

#### HINWEIS ZUR VERÖFFENTLICHUNG

Der TAB-Innovationsreport »Internationale Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Wirtschaft im Hinblick auf die EU-Beihilfepolitik – am Beispiel der Nanoelektronik« ist als TAB-Arbeitsbericht Nr. 137 veröffentlicht.

#### LITERATUR

Collet, C. (2007): Synthetic presentation of the major clusters in nanoelectronics. [www.nanotrendchart.com/pdf/clusters-nanoelec.pdf](http://www.nanotrendchart.com/pdf/clusters-nanoelec.pdf) (30.4.2009)

ESIA (European Semiconductor Industry Association) (2008): Mastering Innovation Shaping the Future: Competitiveness Report. Brüssel

ZVEI (Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.) (2008): Mikroelektronik – Trendanalyse bis 2012. Wirtschaftliche und technische Aspekte. Frankfurt

#### KONTAKT

Dr. Sven Wydra  
0721 6809-262  
[sven.wydra@isi.fraunhofer.de](mailto:sven.wydra@isi.fraunhofer.de)

# WIE KRITISCH IST DIE VERSORGUNG DER DEUTSCHEN WIRTSCHAFT MIT NICHTENERGETISCHEN MINERALISCHEN ROHSTOFFEN?

Die Bundesregierung hat im Oktober 2010 eine Rohstoffstrategie vorgelegt, die die Rahmenbedingungen für eine nachhaltige und international wettbewerbsfähige Rohstoffversorgung der deutschen Industrie aufzeigen soll. Die Schwerpunkte liegen auf dem Abbau von Handelshemmnissen, der Diversifizierung des Rohstoffbezugs sowie der Förderung von Rohstoffeffizienz, -recycling und -substitution. Nichtregierungsorganisationen kritisieren jedoch, dass die Rohstoffstrategie den sozialen, ökologischen und entwicklungspolitischen Aspekten der Rohstoffpolitik zu wenig Rechnung trägt und der Verantwortung Deutschlands gegenüber rohstoffexportierenden Entwicklungsländern nicht gerecht wird.

Das im November 2010 gestartete TAB-Projekt »Die Versorgung der deutschen Wirtschaft mit Roh- und Werkstoffen für Hochtechnologien – Präzisierung und Weiterentwicklung der deutschen Rohstoffstrategie« nimmt diese Entwicklungen zum Anlass, sich intensiv mit der Rohstoffstrategie der Bundesregierung auseinanderzusetzen, und will Potenziale für deren Präzisierung und Weiterentwicklung aufzeigen. In einem ersten Arbeitsschritt wurde die Debatte über die »Kritikalität« nicht-energetischer Rohstoffe aufgearbeitet. Die Debatte über sogenannte kritische Rohstoffe wurde in den letzten Jahren intensiv geführt und verdeutlicht, warum die Rohstoffversorgung der deutschen Industrie zumindest partiell als kritisch bezeichnet werden kann. Anknüpfend an diese Problemanalyse können im weiteren Verlauf des Projekts staatliche und nichtstaatliche Ansätze zur Reduktion der Rohstoffkritikalität im Hinblick auf ihre Effektivität bewertet werden.

## »ROHSTOFFKRITIKALITÄT«

Trotz der zentralen Rolle, die der hier relevante »Kritikalitätsbegriff« in dieser Debatte einnimmt, herrscht Unklarheit über seine konkrete Bedeutung. Nicht nur die deutsche Debatte ist durch einen inflationären und häufig synonymen Gebrauch der Begriffe »kritisch«, »strategisch« und »knapp« in Bezug auf Rohstoffe gekennzeichnet. In einem Politikfeld wie dem der Rohstoffpolitik, das eine enge Koor-

dination staatlicher und nichtstaatlicher Akteure voraussetzt, ist ein gemeinsames Begriffs- und Problemverständnis jedoch dringend notwendig. In Deutschland fordert deshalb der »Rat für Nachhaltige Entwicklung« in seiner aktuellen Studie eine rechtsverbindliche Definition des Begriffs »strategische Rohstoffe«. Diese Forderung leitet sich aus dem Spannungsfeld zwischen der hohen Volatilität der Rohstoffpreise einerseits und der Notwendigkeit langfristiger Investitionen in Maßnahmen zur Reduktion der Rohstoffkritikalität andererseits ab, z.B. für den Aufbau rohstoffspezifischer Recyclinginfrastrukturen. Angesichts der Vielzahl mineralischer Rohstoffe, die für industrielle Prozesse benötigt werden, und den jeweiligen Spezifika ihrer Versorgungssituation, erfüllt eine solche Definition einen wichtigen Zweck: Sie dient der Auswahl solcher Rohstoffe, die für die Volkswirtschaft essenzielle Funktionen erfüllen und deren Versorgung als risikobehaftet angesehen werden kann. Erst auf Grundlage einer solchen selektiven Perspektive kann das zur Verfügung stehende rohstoffpolitische Instrumentarium zielgerichtet eingesetzt werden.

In den letzten Jahren wurden für einige Regionen bzw. Länder (z.B. Bayern, UK, EU, USA) Studien zur Bestimmung kritischer Rohstoffe erstellt, die allerdings große methodische Unterschiede aufweisen. Deshalb wurde für das TAB-Projekt »Roh- und Werkstoffe« ein Modell entwickelt, das – auf-

bauend auf dem Stand der aktuellen wissenschaftlichen Diskussion – die wesentlichen Einflussfaktoren auf die Kritikalität nichtenergetischer mineralischer Rohstoffe und ihr Zusammenspiel erfassen soll. Am grundlegenden Ansatz zur Bewertung der Kritikalität von Rohstoffen hat sich seit dem Beginn der Debatte kurz nach dem ersten Weltkrieg jedoch wenig geändert: Sie wird damals wie heute an der ökonomischen Bedeutung des Rohstoffs (bzw. seiner Anwendungen) und dem Risiko einer Störung der Rohstoffversorgung festgemacht. Unterschiede werden jedoch deutlich, wenn man – ausgehend von diesem einfachen Schema – die Faktoren betrachtet, die zur Einschätzung der ökonomischen Bedeutung und des Versorgungsrisikos herangezogen werden. Eine erste Analyse der gegenwärtigen Kritikalitätsdebatte im Rahmen des TAB-Projekts zeigt, dass die im Folgenden angeführten Entwicklungen einen wesentlichen Einfluss haben.

## STEIGENDE ÖKONOMISCHE BEDEUTUNG VON ROHSTOFFEN

Mineralische Rohstoffe haben als Produktionsfaktoren nicht nur aufgrund der gestiegenen Beschaffungskosten an Bedeutung gewonnen, sondern auch, weil sie bei der Realisierung zahlreicher Zukunftstechnologien eine wichtige Rolle spielen. Steigenden Nutzeranforderungen können Technologien oft nur durch einen speziellen Materialmix gerecht werden: Während beispielsweise in den 1980er Jahren zwölf Elemente des Periodensystems für die Produktion eines Computerchips benötigt wurden, sind es aktuell über 45 Elemente. Von einer breiten Diffusion von Zukunftstechnologien können wichtige Impulse für die Rohstoffnachfrage ausgehen. Rohstoffe mit besonders starken Bedarfszuwächsen durch Zukunftstechnologien sind z.B. Gallium, Neodym, Indium, Scandium, Germanium, Platin und Tantal.

## KURZ- BIS MITTELFRISTIGE ROHSTOFFKNAPPHEIT

Anders, als es in öffentlichen Diskussionen zumeist angenommen wird, haben die steigenden Rohstoffpreise ihren Ursprung nicht in der Erschöpfung der globalen Rohstoffvorkommen, sondern in einem Ungleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage. Die Erschließung neuer Rohstoffvorkommen ist ein zeit- und kapitalintensiver Prozess, der aufgrund der langen Vorlaufzeiten für die Genehmigung und Finanzierung neuer Minenprojekte zwischen fünf und zwölf Jahre, bei Großprojekten 20 Jahre beanspruchen kann. Deshalb kann ein von der Angebotsseite nicht antizipiertes Nachfragewachstum kurz- bis mittelfristig zu einem starken Anstieg der Rohstoffpreise führen. Der seit 2004 anhaltende Boom auf den Rohstoffmärkten, der von der Finanzkrise 2008/2009 nur kurz unterbrochen wurde, wird von Experten im Wesentlichen auf die gestiegene Rohstoffnachfrage aus Asien zurückgeführt. Vor dem Hintergrund der aktuellen Marktsituation können selbst lokal und zeitlich begrenzte politische, ökonomische, technische oder soziale Ereignisse, wie beispielsweise Streiks oder politische Krisen, das empfindliche Gleichgewicht von Angebot und Nachfrage stören. Derartige Ereignisse lassen sich dann nicht durch den Abbau von Rohstoffvorräten oder Produktionsausweitungen abfedern, sondern wirken sich unmittelbar auf die Nachfrageseite aus.

## KONTROLLE ÜBER ROHSTOFFPRODUKTION UND -HANDEL

Die globalen Rohstoffmärkte befinden sich gegenwärtig in einer Phase des Übergangs von einer eher marktliberalen Ausrichtung hin zu einer Marktordnung, in der Nationalstaaten eine dominanter Rolle einnehmen. Als Auslöser für diesen Regimewandel werden in erster Linie die wachsende Roh-

stoffpreise angesehen, die die Bedeutung des Rohstoffsektors in den Augen vieler Regierungen deutlich gesteigert haben. Die globale Produktion natürlicher Rohstoffe konzentriert sich zu ca. 75 % auf Entwicklungs- und Schwellenländer, die ihren Rohstoffreichtum als wichtige Einkommensquelle ansehen. Wissenschaftliche Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass für viele rohstoffreiche Länder eine negative Korrelation zwischen einer volkswirtschaftlichen Spezialisierung auf die Rohstoffproduktion und wirtschaftlichem Wachstum besteht – ein Phänomen, das in der Literatur als »resource curse« oder »dutch disease« bezeichnet wird.

Ansichts dieser Erkenntnisse und der negativen Erfahrungen mit dem Rohstoffsektor streben viele Förderländer eine stärkere Diversifizierung ihrer Volkswirtschaften an. Anknüpfend an die Rohstoffproduktion sollen weitere Glieder der industriellen Wertschöpfungskette beherrscht und entsprechende industrielle Kompetenzen aufgebaut werden, wie z.B. die Veredelung von Rohstoffen oder die Weiterverarbeitung zu industriellen Vorprodukten. Um diese neu entstehenden Industriezweige zu unterstützen, greifen einige Länder auf wettbewerbsverzerrende Instrumente zurück, wie z.B. Exportverbote, Exportsteuern oder Exportquoten. Diese Wettbewerbsbeschränkungen sind eine wesentliche Ursache politischer Konflikte. Wie die Entwicklung bei den Seltenen Erden gezeigt hat, können Veränderungen auf der Angebotsseite (z.B. die Schließung einer bedeutenden Mine) in vergleichsweise kurzer Zeit dazu führen, dass sich Abnehmer einem staatlich kontrollierten Monopol gegenübersehen. Dies gilt insbesondere für Rohstoffe mit vergleichsweise geringer Jahresproduktion (z.B. Germanium, Tantal, Seltene Erden), da auf diesen Märkten in der Regel nur wenige Anbieter aktiv sind. Dagegen ist die Entwicklung der Kon-

zentration auf Länderebene bei Massenrohstoffen, wie Eisen, Kupfer oder Nickel, wesentlich robuster.

## DER EINFLUSS GESELLSCHAFTLICHER ENTWICKLUNGEN

Das Geschehen auf den Rohstoffmärkten wird auch von gesellschaftlichen Entwicklungen beeinflusst. Das Wachstum der Kapitalmärkte hat sich beispielsweise in einer starken Verflechtung zwischen Kapital- und Rohstoffmärkten niedergeschlagen. Vielfach wird in diesem Zusammenhang die Vermutung geäußert, dass die Volatilität der Rohstoffmärkte durch diese Entwicklung zugenommen hat. Neben dem wachsenden Einfluss der Kapitalmärkte spiegeln sich gesellschaftliche Einflüsse auch in der zunehmenden Relevanz der mit dem Rohstoffabbau verbundenen ökologischen und sozialen Risiken wider. Ein Beispiel hierfür ist die Verabschiedung des »Dodd-Frank Act« in den USA, das für industrielle Nutzer der »Konfliktrohstoffe« Coltan, Zinnerz, Gold und Wolfram besondere Berichtspflichten vorsieht, um zu dokumentieren, dass die Einnahmen aus dem Rohstoffverkauf nicht der Finanzierung gewaltbereiter Gruppen in der Demokratischen Republik Kongo dienen.

## DYNAMISCHES ZUSAMMEN- SPIEL DER RELEVANTEN FAKTOREN

Das Zusammenwirken der oben genannten Entwicklungen beeinflusst das Verhalten der Akteure auf den Rohstoffmärkten, da beispielsweise bei zunehmender Knappheit die Konkurrenz um den Zugang zu Rohstoffen steigt, was zu Konflikten führen kann. Auch gesellschaftliche Entwicklungen, wie die zunehmende Stringenz der Umweltregulierung, können das Verhalten der Akteure auf den Rohstoffmärkten beeinflussen, wenn deshalb beispielswei-

se Investitionen in neue Minenprojekte mit größerer Unsicherheit verbunden sind. Idealerweise sollten Kritikalitätsanalysen deshalb das dynamische Zusammenspiel zwischen diesen Faktoren berücksichtigen. Die Abbildung gibt einen schematischen Überblick über dieses Zusammenspiel zwischen strukturellen Faktoren, Akteursbeziehungen und der daraus resultierenden Unsicherheit in Bezug auf die Rohstoffversorgung. Sie verdeutlicht, dass das Zusammenwirken zwischen Knappheit, hoher Konzentration der Rohstoffkontrolle und der steigenden ökonomischen Bedeutung des Rohstoffs zu Rohstoffkonflikten führen kann, aus denen wiederum eine steigende Unsicherheit über die Stabilität der Rohstoffversorgung resultiert. Ebenso wird deutlich, dass die wachsenden Interdependenzen der Rohstoffversorgung mit gesellschaftlichen Entwicklungen (z.B. dem zunehmenden Einfluss der Kapitalmärkte) die Unsicherheit vergrößern kann: Infolge der Interdependenzen zwischen Rohstoff- und Kapitalmärkten ist beispielsweise nicht mehr zu klären, in welchem Umfang die steigenden Rohstoffpreise auf real- oder finanzwirtschaftlichen

Entwicklungen zurückgeführt werden können.

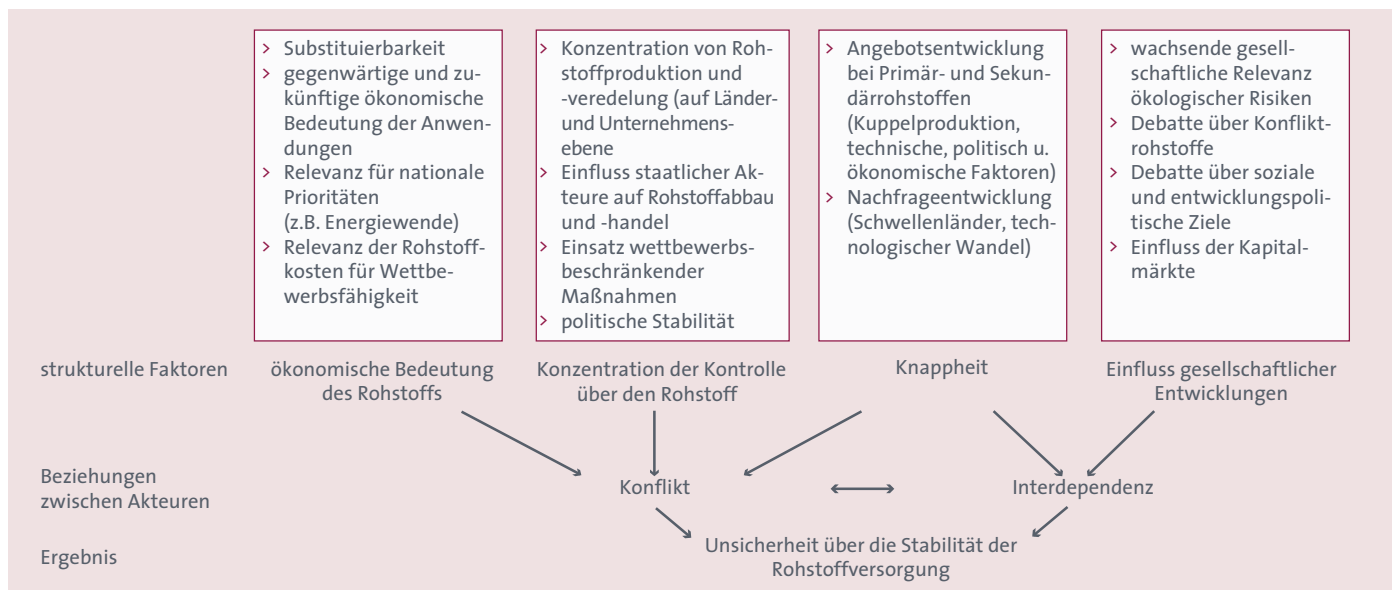
Als abhängige Variable des Modells wurde mit der »Unsicherheit über die Stabilität der Rohstoffversorgung« eine subjektive Größe eingeführt, um der Tatsache Rechnung zu tragen, dass sich die Wahrnehmung der strukturellen Faktoren und der Akteursbeziehungen einer objektiven Messung entzieht. Vor diesem Hintergrund muss auch die Forderung des »Rats für Nachhaltige Entwicklung« nach einer rechtsverbindlichen Definition strategischer bzw. kritischer Rohstoffe mit Vorsicht betrachtet werden, da die Wahrnehmung der Kritikalitätssituation innerhalb der deutschen Industrie stark divergieren kann. Bei den Analysen für den geplanten TAB-Innovationsreport wurde jedoch deutlich, dass insbesondere die Versorgungssituation bei Rohstoffen mit geringen Produktionsvolumina strukturelle Risiken birgt, da sich einige der in dem Modell genannten Faktoren (z.B. ökonomische Bedeutung, Konzentration, Knappheit) schnell in Richtung zunehmender Kritikalität verändern können.

Die in einem nächsten Projektarbeitsschritt geplante Analyse von Fallstudien zur Rolle von kritischen Rohstoffen bei der Produktion von Zukunftstechnologien kann von diesen Vorarbeiten profitieren, um beispielsweise folgende Fragestellungen bearbeiten zu können: Welche Faktoren sind ausschlaggebend, damit ein Rohstoff von den befragten Unternehmen als kritisch betrachtet wird? Wo setzen betriebliche Lösungsstrategien an? In welchen Bereichen ist staatliches Handeln sinnvoll? Nicht vergessen werden darf an dieser Stelle, dass die Rohstoffkritikalität nur eine Facette der übergeordneten Rohstoffproblematik darstellt. Darüber hinaus müssen rohstoffpolitische Strategien auch soziale und ökologische Probleme einbeziehen. Inwieweit dies der Rohstoffpolitik der Bundesregierung gelingt, wird im weiteren Projektverlauf noch näher untersucht werden.

**KONTAKT**

Dr. Carsten Gandenberger  
0721 6809-409  
carsten.gandenberger@isi.fraunhofer.de

**BESTIMMUNGSFAKTOREN DER UNSICHERHEIT ÜBER DIE STABILITÄT DER ROHSTOFFVERSORGUNG**



Quelle: eigene Darstellung, in Anlehnung an Pfeffer, J., Salancik, G. (2003): The external control of organizations. Stanford

# PACITA: EIN EU-PROJEKT ZUR FÖRDERUNG PARLAMEN- TARISCHER TECHNIKFOLGENABSCHÄTZUNG

Nachdem sich im Laufe der 1980er und 1990er Jahre das ursprünglich US-amerikanische Konzept der Technikfolgenabschätzung (TA) und die Idee, parlamentarische Beratungsprozesse zu entsprechenden Themen durch spezielle TA-Beratungskapazitäten zu unterstützen, auch in Europa etablierte, hat sich in der Folge eine vielfältige Landschaft parlamentarischer TA-Einrichtungen entwickelt und untereinander vernetzt. Das European Parliamentary Technology Assessment Network (EPTA-Netzwerk) umfasst heute parlamentarische TA-Einrichtungen in 14 europäischen Ländern und beim Europaparlament. Die EPTA-Mitglieder unterstützen seit jeher im Rahmen ihrer Möglichkeiten unterschiedliche Initiativen zum Aufbau einer auf Politik- und Öffentlichkeitsberatung zielenden TA-Infrastruktur in Ländern, die über entsprechende Kapazitäten nicht verfügen. Auch wenn dieses Engagement bereits zu einem langsamen, aber stetigen Wachstum des EPTA-Netzwerks beigetragen hat, gibt es bis heute weiße Flecken auf der europäischen TA-Landkarte (insbesondere in Ost- und Südeuropa). Das Projekt »PACITA« (Parliaments and Civil Society in Technology Assessment) will in den nächsten vier Jahren neuen Schwung in die Entwicklung parlamentarischer TA in Europa bringen.

## ZIEL UND ARBEITSPROGRAMM

Ziel des PACITA-Projekts ist es, die Kapazitäten und institutionellen Voraussetzungen für wissenschaftsbasierte politische Entscheidungsfindung in den Feldern Wissenschaft, Technologie und Innovation in Europa zu erweitern. Im Zentrum der Projektaktivitäten stehen dabei Modelle und Verfahren der TA, die geeignet sind, technologiepolitische Entscheidungsprozesse durch die Bereitstellung umfassenden Folgewissens, durch die Unterstützung des gesellschaftlichen Diskurses und die Formulierung von politischen Handlungsoptionen zu unterstützen. Das Arbeitsprogramm von PACITA umfasst unterschiedliche Arbeitspakete mit folgenden Schwerpunktaktivitäten:

- > Dokumentation verschiedener Modelle und Arbeitsweisen von (parlamentarischer) TA,
- > Erarbeitung von Empfehlungen für die Nutzung von TA-Methoden und -Verfahren auf nationaler und europäischer Ebene,
- > Entwicklung von Fortbildungsmodulen für TA-Praktiker und -Nutzer,
- > Aufbau eines europäischen Webportals für TA-Expertise,

- > Anregung und Unterstützung von Diskussionen über TA in Ländern, in denen entsprechende Strukturen bisher nicht bestehen,
- > systematische Einbeziehung von Experten, gesellschaftlichen Gruppen und politischen Entscheidungsträgern in die TA-Diskussion,
- > Durchführung von drei umfassenden Beispielprojekten der Technikfolgenabschätzung (mit expertenzentrierten Methoden, der Einbeziehung von Interessengruppen und der Durchführung von Bürgerkonsultationen),
- > Information politischer Entscheidungsträger sowie der Wissenschaft und der Medien – insbesondere in Ländern, die über keine etablierte TA-Infrastruktur verfügen.

Das Projekt »PACITA« wird mit ca. 5 Mio. Euro im Rahmen des »Mobilisation and Mutual Learning Action Plan« des 7. Forschungsrahmenprogramms der Europäischen Union gefördert.

## PROJEKTPARTNER UND ARBEITSWEISE

Das Projektkonsortium bilden sowohl nationale und regionale parlamentarische TA-Einrichtungen als auch

wissenschaftliche Akademien, Forschungsinstitute, Universitäten und Nichtregierungsorganisationen.

### PROJEKTKONSORTIUM

- > Danish Board of Technology (Kopenhagen), Projektkoordination
- > Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des Karlsruher Instituts für Technologie (Karlsruhe)
- > Rathenau Institute (Den Haag)
- > Norwegian Board of Technology (Oslo)
- > Institut für Technikfolgenabschätzung, Österreichische Akademie der Wissenschaften (Wien)
- > Applied Research and Communication Fund (Sofia)
- > Institute of Technology, Chemistry and Biology (Lissabon)
- > Institute Society and Technology (Flandern, Brüssel)
- > Catalan Foundation for Research and Innovation (Barcelona)
- > Swiss Centre for Technology Assessment (Bern)
- > Association Knowledge Economy Forum (Vilnius)
- > Technology Centre ASCR (Prag)
- > Scientific and Public Involvement in Risk Allocation (Lüttich)
- > University College Cork (Cork)
- > Secretariat of the Hungarian Academy of Sciences (Budapest)

Ende Mai fand in Kopenhagen das vom Projektkoordinator ausgerichtete Kick-off-Meeting statt, bei dem die 15 an PACITA beteiligten Partner begannen, ihre jeweiligen Aktivitäten inhaltlich und zeitlich aufeinander abzustimmen. Dies betraf im Wesentlichen die Arbeitspakete über die Länderstudien zu TA-Verfahren und -Kapazitäten, die Diskussion zu konzeptionellen und methodischen Fragen, die TA-Fortbildungsveranstaltungen, die Organisation parlamentarischer Treffen und die Planung zweier großer europäischer TA-Konferenzen.

Interessant und im Hinblick auf die Ziele »Mobilisation« und »Mutual Learning« vielversprechend ist es, dass viele der Aktivitäten paarweise, von jeweils einem TA-erfahrenen Projektpartner und einem Partner aus einem Land mit wenig entwickelter TA-Infrastruktur, bearbeitet werden. So werden beispielsweise im von ITAS koordinierten Arbeitspaket »Debating TA« sieben explorative Länderstudien zu den Möglichkeiten des Aufbaus von TA-Kapazitäten in Bulgarien, Irland, Litauen, Ungarn, Tschechien, Portugal und Belgien (Wallonien) durchgeführt. Dabei werden die in den jeweiligen Ländern ansässigen PACITA-Partner bei der Recherche, der Durchführung von Interviews, der Organisation von Workshops und anderen Aktivitäten jeweils von einem Partner aus einem Land mit bestehender parlamentarischer TA-Infrastruktur unterstützt. Ziel ist es, in den jeweiligen Ländern Netzwerke von Akteuren aus Wissenschaft, Politik und Gesellschaft zu etablieren, die den Aufbau von TA und unabhängiger Politikberatung zu Wissenschaft und Technik langfristig tragen und voranbringen können.

### SCHWERPUNKTE DER NÄCHSTEN JAHRE

Die umfassende Bestandsaufnahme in Bezug auf bestehende Konzepte und Methoden der Technikfolgenabschätzung und die Praxis parlamentarischer TA in Europa bildet den ersten Schwer-

punkt der Aktivitäten im Rahmen von PACITA. Es geht sowohl darum, neue Impulse für die konzeptionelle Diskussion und die politikberatende Praxis zu setzen, als auch um die Erarbeitung eines Rahmens, anhand dessen die Projektaktivitäten in den weiteren Jahren ausgerichtet werden sollen. Methodisch-konzeptionelle Überlegungen werden auch im Arbeitspaket »Cross-European TA« weitergeführt, in dem Möglichkeiten und Grenzen länderübergreifender TA-Aktivitäten bei europäisch relevanten Themen untersucht werden.

2012 starteten Aktivitäten wie TA-Summer-School, Practitioner Trainings und die explorativen Länderstudien. Im Jahr 2013 beginnen die drei auf der europäischen Ebene ansetzenden TA-Beispielprojekte zu den Themen »Public Health Genomics«, »Ageing Society« und »Sustainable Consumption«. Workshops, parlamentarische Treffen und zwei TA-Konferenzen werden parallel dazu organisiert. Über die gesamte Projektlaufzeit werden ein europäisches TA-Journal (acht Ausgaben sind geplant) und ein TA-Webportal sowohl kontinuierlich über die Aktivitäten von PACITA berichten als auch dem internationalen Austausch über Technologiepolitik und Technikfolgenabschätzung eine Plattform bieten. Mit einer großen europäischen TA-Konferenz (voraussichtlich in Berlin) soll das Projekt Anfang 2015 enden. Es wird dann hoffentlich den einen oder anderen Stein für die Erweiterung des TA-Netzwerkes in Europa ins Rollen gebracht haben.

Im Rahmen des PACITA-Projekts ist die Möglichkeit vorgesehen, dass weitere interessierte Organisationen zu einzelnen Aktivitäten im Laufe des Projekts als sogenannte assoziierte Projektpartner einsteigen können. Das nächste Treffen des PACITA-Konsortiums in Brüssel soll am 7. September für eine Diskussion mit weiteren interessierten Organisationen und Akteuren geöffnet werden. Interessenten können sich hierzu beim Projektkoordinator in Kopenhagen anmelden (Kontakt: Anders Jacobi; aj@tekno.dk).

Weitere Informationen werden in Kürze auf der PACITA-Webseite ([www.pacita-project.eu](http://www.pacita-project.eu)) verfügbar sein.

### KONTAKT

Dr. Leonhard Hennen  
0228 3081834  
[leonhard.hennen@kit.edu](mailto:leonhard.hennen@kit.edu)

# DEUTSCHE EPTA-PRÄSIDENTSCHAFT MIT DEM DIREKTORENTREFFEN GESTARTET

EPTA steht für »European Parliamentary Technology Assessment« und ist ein 1990 gegründetes Netzwerk europäischer parlamentarischer TA-Einrichtungen. Seine Aufgaben sind der Erfahrungsaustausch und die Förderung der internationalen Kooperation von Einrichtungen, die Technikfolgenabschätzung als wissenschaftliche Beratungsleistung für parlamentarische Meinungsbildungs- und Entscheidungsprozesse in Europa erbringen. Gegenwärtig gehören ihm 14 Voll- und fünf assoziierte Mitglieder an. Die jährlich wechselnde Präsidentschaft des Netzwerks hat in diesem Jahr Deutschland respektive das TAB inne. Mit der Präsidentschaft verbunden sind die Organisation und Durchführung von Veranstaltungen auf unterschiedlichen Akteursebenen, insbesondere das traditionell im Frühjahr stattfindende Direktorentreffen sowie die EPTA-Konferenz im Herbst. In diesem Jahr trafen sich vom 2. bis 4. Mai Teilnehmer aus 17 Ländern in Karlsruhe, am Standort des TAB-Betreibers, dem Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT).

Zum Auftakt des diesjährigen Direktorentreffens begrüßte Professor Armin Grunwald, Leiter des TAB, im Konferenzzentrum des KIT alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer, darunter auch ein Vertreter des US-amerikanischen Government Accountability Office sowie eine Mitarbeiterin der chilenischen Kongressbibliothek (s.u.).

## BESTANDSAUFNAHME UND PERSPEKTIVEN

Zu Beginn des Treffens wurden zwei Projekte vorgestellt, die sich zum Ziel setzen, die parlamentarische TA in Europa zu befördern. Das ist einerseits das Projekt »Technology Across Borders« von STOA (TA-Einrichtung des Europäischen Parlaments) und andererseits das durch das 7. EU-Forschungsrahmenprogramm finanzierte Projekt »Parliaments and Civil Society in Technology Assessment« (PACITA), das von einem Konsortium, zu dem u.a. acht EPTA-Mitglieder gehören, durchgeführt wird (s. den Beitrag zum Projekt »PACITA« in diesem TAB-Brief, S. 51–52). Die sich anschließende Diskussion drehte sich vor allem um Fragen nach möglichen Synergien und dem vorgesehenen Austausch zwischen den beiden Projekten.

Nach den Projektvorstellungen wurde das Plenum in drei parallel laufende Ar-

beitsgruppen aufgeteilt, die sich in einem Brainstorming den Themen »Institutional setting«, »Topics and Methods of TA-studies« und »Communication« widmeten. Die erste Gruppe entwickelte und diskutierte Fragen beispielsweise nach der Veränderbarkeit institutioneller Rahmenbedingungen für parlamentarische TA oder nach Konkurrenzen mit anderen Akteuren (Akademien, Kommissionen, Verbände). Die zweite Gruppe thematisierte u.a. die Nähe von TA-Einrichtungen zum jeweiligen Parlament und dessen Aufgaben sowie mögliche Zielkonflikte zwischen wissenschaftlicher Freiheit und politischem Einfluss. Auch wurden unterschiedliche Themenfindungsprozesse erörtert und die Frage nach der Verbindlichkeit von Ergebnissen aus partizipativen Verfahren auf internationaler Ebene aufgeworfen. Die dritte Gruppe betrachtete Kommunikationsprozesse differenziert nach Adressaten. Besonderheiten und Entwicklungen sind zu beachten je nachdem, ob die allgemeine Öffentlichkeit (mit Journalisten als Schlüsselpersonen) oder das Parlament (mit Parlamentariern als wichtigster Zielgruppe) angesprochen werden soll.

Eine beeindruckende Vielfalt brachte die Berichterstattung über internationale Entwicklungen zutage: Isabel Millan erläuterte die Funktion und Aufgaben der chilenischen Kongress-

bibliothek, die u.a. einen »Congressional Advisory Service« besitzt, dem Wissenschaftler unterschiedlicher Disziplinen angehören und der auch eigene Gutachten und Szenarios erarbeitet, die in Publikationen der Bibliothek veröffentlicht werden. Darüber hinaus wurde in diesem Jahr ein interdisziplinär zusammengesetzter »Future's Council« ins Leben gerufen, der den Meinungsaustausch unterschiedlicher Akteursgruppen in Wissenschaft, Politik und interessierter Öffentlichkeit befördern soll. Professor Frans Brom (Rathenau Instituut, Niederlande) und Professor David Cope (POST, Großbritannien) berichteten über neue Entwicklungen in Japan. Dort richtet das Parlament derzeit einen Ausschuss für Wissenschaft und Technologie ein, der sich auch mit TA-Fragen beschäftigen könnte. Professor Armin Grunwald berichtete von einem Treffen der Vorsitzenden des ABFTA des Deutschen Bundestages, Ulla Burchardt, mit der Generaldirektorin der UNESCO, Irina Bokowa. Eine Kooperation mit der UNESCO in TA-relevanten Fragen scheint möglich und wurde von den EPTA-Direktoren sehr begrüßt. Des Weiteren wurde von der Etablierung eines Innovationsausschusses beim polnischen Parlament und von Aktivitäten in China und Australien berichtet.

## KIT UND DIE REGION STELLEN SICH VOR

Traditionell informiert der Gastgeber des Direktorentreffens auch über seine institutionelle Einbindung und dessen Forschungsvorhaben. Dies übernahm der Präsident des KIT, Professor Eberhard Umbach. Darüber hinaus wurde den Teilnehmern ein praxisnaher Einblick in die Forschungsaktivitäten von ITAS und anderen Instituten des KIT eröffnet. Abgerundet wurde das Direktorentreffen mit einem Ausflug zum Hambacher Schloss, der Wiege der deutschen Demokratiebewegung,

## GUTE STIMMUNG BEI DER DIREKTORENKONFERENZ



deren Anfänge auf das dort im Mai 1832 abgehaltene »Hambacher Fest« zurückgehen. Das Schloss bot mit seiner Geschichte, seiner Ausstellung zu den Wurzeln des deutschen Parlamentarismus und seiner landschaftlich reizvollen Lage nicht nur ein touristisch attraktives, sondern auch ein thematisch interessantes Angebot für die Teilnehmer des diesjährigen EPTA-Direktorentreffens.

## EPTA-KONFERENZ IM HERBST 2011 IN VORBEREITUNG

Im Rahmen der deutschen EPTA-Präsidenschaft bereitet das TAB gemeinsam mit dem ABFTA des Deutschen Bundestages die jährlich stattfindende EPTA-Konferenz vor. Am 20. Oktober 2011 werden in den Räumen des Deutschen Bundestages namhafte Vertreter aus Wissenschaft und Politik zum Thema »Hope-, Hype- and Fear-Technologien – die Rolle von Wissenschaft und Politik« diskutieren.

Mit den Attributen »hope«, »hype« und »fear« wird eine Gruppe sehr heterogener Technologien angesprochen, denen das Potenzial zur Lösung globaler Probleme zugeschrieben wird (»hope«). Oft sind mit ihnen weitreichende Zukunftsvisionen und übersteigerte Erwartungen verbunden (»hype«), wegen ihrer unabsehbaren und schwer kontrollierbaren Folgen mobilisieren sie mehr oder weniger begründete Befürchtungen (»fear«). Sie finden deshalb ein hohes Maß an öffentlicher und politischer Aufmerksamkeit.

Befürchtungen und Erwartungen in der Öffentlichkeit, Aktivitäten der Wirtschaft zur Interessen- und Einfluss-

sicherung angesichts sich abzeichnender Geschäftsfelder, widersprüchlicher Botschaften der »scientific communities« und medial häufig überzeichnete Erkenntnisse der Wissenschaft zu Chancen und Risiken resultieren in einem besonderen Entscheidungs- und Gestaltungsdruck für die Politik bei solch zukunftssträchtigen und zugleich normativ sensiblen Themen.

Exemplarisch werden auf der EPTA-Konferenz drei Fallbeispiele behandelt: Nanotechnologie, Internet und Cyberdemokratie sowie Geo-/Klimaengineering. Dabei wird der Fokus auf den politisch-strategischen Umgang in Europa gerichtet: Wie laufen entsprechende Agendasettingprozesse ab? Welche politischen Problembearbeitungsstrategien werden gewählt? Wie verläuft die Interaktion zwischen Wissenschaft und Politik? Welche Rolle spielen Medien und gesellschaftliche Diskurse?

Die EPTA-Konferenz ist eine öffentliche Veranstaltung. Konferenzgebühren werden nicht erhoben. Eine Anmeldung ist erforderlich und kann online über die Homepage des TAB erfolgen ([www.tab-beim-bundestag.de/de/aktuelles/20110712.html](http://www.tab-beim-bundestag.de/de/aktuelles/20110712.html)).

# VERFÜGBARE PUBLIKATIONEN DES TAB

Die im Folgenden aufgeführten Arbeitsberichte, Hintergrund- und Diskussionspapiere (begrenzte Auflage) sind in gedruckter Form noch verfügbar und können kostenlos beim Sekretariat des TAB angefordert werden – per Fax, E-Mail oder Postkarte. Im Weiteren sind unsere Buchpublikationen aufgeführt, die – soweit noch lieferbar – über den Buchhandel bezogen werden können. Auf unserer Homepage [www.tab-beim-bundestag.de/de/publikationen/index.html](http://www.tab-beim-bundestag.de/de/publikationen/index.html) findet sich eine vollständige Publikationsliste mit der Möglichkeit des Downloads von Zusammenfassungen und ausgewählten Berichten sowie des zweimal pro Jahr erscheinenden TAB-Briefs.

## TAB-ARBEITSBERICHTE

O. Som, S. Kinkel, E. Kirner, D. Buschak, R. Frietsch, A. Jäger, P. Neuhäusler, M. Nusser, S. Wydra  
**Zukunftspotenziale und Strategien nichtforschungsin-  
tensiver Industrien in Deutschland – Auswirkungen auf  
Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung.**  
Nr. 140, Oktober 2010

S. Wydra, C. Blümel, M. Nusser, A. Thielmann,  
R. Lindner, C. Mayr  
**Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Wirtschaft im  
Hinblick auf die EU-Beihilfepolitik – am Beispiel  
der Nanoelektronik.** Nr. 137, Juli 2010

A. Thielmann, A. Zimmermann, S. Gauch, M. Nusser,  
J. Hartig, S. Wydra, C. Blümel, K. Blind  
**Blockaden bei der Etablierung neuer  
Schlüsseltechnologien.**  
Nr. 133, Juli 2009

U. Riehm, C. Coenen, R. Lindner,  
C. Blümel  
**Öffentliche elektronische Petitionen und bürgerschaft-  
liche Teilhabe.** Nr. 127, September 2008

C. Revermann, P. Georgieff, S. Kimpeler  
**Mediennutzung und eLearning in Schulen.**  
Nr. 122, Dezember 2007

C. Coenen, U. Riehm  
**Internetkommunikation in und mit  
Entwicklungsländern – Chancen für die  
Entwicklungszusammenarbeit am Beispiel Afrika.**  
Nr. 118, Juni 2007

M. Nusser  
**Handlungsoptionen zur Stärkung der internatio-  
nalen Wettbewerbsfähigkeit forschungs- und wissens-  
intensiver Branchen in Deutschland am Beispiel der  
pharmazeutischen Industrie.** Nr. 116, März 2007

S. Kinkel, M. Friedewald, B. Hüsing, G. Lay, R. Lindner  
**Arbeiten in der Zukunft – Strukturen und Trends der  
Industriearbeit.** Nr. 113, Januar 2007

C. Revermann, A. Sauter  
**Biobanken für die humanmedizinische Forschung und  
Anwendung.** Nr. 112, Dezember 2006

J. Hemer  
**Akademische Spin-offs in Ost- und Westdeutschland und  
ihre Erfolgsbedingungen.** Nr. 109, Mai 2006

D. Oertel, A. Grunwald  
**Potenziale und Anwendungsperspektiven der Bionik.**  
Nr. 108, April 2006

C. Revermann  
**eLearning in Forschung, Lehre und Weiterbildung in  
Deutschland.** Nr. 107, März 2006

C. Rösch, M. Dusseldorp, R. Meyer  
**Precision Agriculture.** (2. Bericht zum TA-Projekt »Moderne  
Agrartechniken und Produktionsmethoden – ökonomische  
und ökologische Potenziale«), Nr. 106, Dezember 2005

P. Georgieff, S. Kimpeler, C. Revermann  
**eLearning in der beruflichen Aus- und Weiterbildung.**  
Nr. 105, Dezember 2005

A. Sauter (unter Mitarbeit von B. Hüsing)  
**Grüne Gentechnik – transgene Pflanzen der  
2. und 3. Generation.** Nr. 104, Juli 2005

J. Edler  
**Nachfrageorientierte Innovationpolitik.**  
Nr. 99, April 2005

R. Grünwald, D. Oertel  
**Leichter-als-Luft-Technologie.** Nr. 97, November 2004

R. Meyer  
**Potenziale zur Erhöhung der Nahrungsmittelqualität.**  
 Nr. 87, April 2003

L. Hennen, T. Petermann, C. Scherz  
**Langzeit- und Querschnittsfragen in europäischen  
 Regierungen und Parlamenten.** Nr. 86, Februar 2003

T. Petermann, C. Coenen, R. Grünwald  
**Militärische Nutzung des Weltraums und Möglichkeiten  
 der Rüstungskontrolle im Weltraum.**  
 Nr. 85, Februar 2003

L. Hennen  
**Technikakzeptanz und Kontroversen über Technik:  
 Positive Veränderung des Meinungsklimas –  
 konstante Einstellungsmuster.**  
 Nr. 83, November 2002

U. Riehm, T. Petermann, C. Orwat, C. Coenen,  
 C. Revermann, C. Scherz, B. Wingert  
**E-Commerce.** Nr. 78, Juni 2002

T. Petermann, A. Sauter  
**Biometrische Identifikationssysteme.** Nr. 76, Februar 2002

A. Grünwald, R. Grünwald, D. Oertel, H. Paschen  
**Kernfusion.** Nr. 75, März 2002

H. Paschen, G. Banse, C. Coenen, B. Wingert  
**Neue Medien und Kultur.** Nr. 74, November 2001

C. Revermann, L. Hennen  
**Klonen von Tieren.** Nr. 65, März 2000

T. Petermann, A. Sauter  
**Xenotransplantation.** Nr. 64, Dezember 1999

R. Meyer, A. Sauter  
**Umwelt und Gesundheit.** Nr. 63, September 1999

T. Fleischer, D. Oertel  
**Neue Materialien zur Energieeinsparung und zur  
 Energiewandlung.** Nr. 62, Juli 1999

L. Hennen  
**Ambivalenz und Widersprüche: Die Einstellung der deut-  
 schen Bevölkerung zur Technik.** Nr. 54, Dezember 1997

C. Rösch  
**Pflanzliche Öle und andere Kraftstoffe.**  
 Nr. 53, November 1997

C. Rösch, D. Wintzer  
**Vergasung und Pyrolyse von Biomasse.**  
 Nr. 49, April 1997

A. Sauter  
**Stand und Perspektiven der Katalysatoren- und  
 Enzymtechnik.** Nr. 46, Dezember 1996

T. Petermann, M. Socher, C. Wennrich  
**Kontrollkriterien für die Bewertung und Entscheidung  
 bezüglich neuer Technologien im Rüstungsbereich.**  
 Nr. 45, September 1996

L. Hennen, C. Katz, H. Paschen, A. Sauter  
**Machbarkeitsstudie zu einem »Forum für Wissenschaft  
 und Technik«.** Nr. 44, September 1996

C. Rösch, D. Wintzer, L. Leible, E. Nieke  
**Verbrennung von Biomasse zur Wärme- und  
 Stromgewinnung.** Nr. 41, Juli 1996

T. Petermann, J.-J. Schmitt  
**Die rechtliche Regelung der Gentherapie im Ausland.**  
 Nr. 40, April 1996

T. Petermann, A. Sauter  
**Stand der Technikfolgen-Abschätzung im Bereich der  
 Medizintechnik.** Nr. 39, April 1996

L. Hennen  
**Technikakzeptanz und Kontroversen über Technik –  
 Ist die (deutsche) Öffentlichkeit »technikfeindlich«?**  
 Nr. 24, März 1994

---

**TAB-HINTERGRUNDPAPIERE**

N. Roloff, B. Beckert  
**Staatliche Förderstrategien für die Neurowissenschaften.**  
 Nr. 15, April 2006

C. Revermann  
**eLearning in Forschung, Lehre und Weiterbildung  
 im Ausland.** Nr. 14, April 2006

**Pharmakogenetik.** Nr. 13, September 2005

M. Dusseldorp, C. Rösch  
**Stand und Perspektiven des Einsatzes von moderner  
 Agrartechnik im ökologischen Landbau.**  
 Nr. 12, Dezember 2004

C. Revermann  
**eLearning – europäische eLearning-Aktivitäten:  
 Programme, Projekte und Akteure.**  
 Nr. 11, Dezember 2004

D. Oertel, T. Petermann, C. Scherz  
**Technologische Trends bei Getränkeverpackungen  
 und ihre Relevanz für Ressourcenschonung und  
 Kreislaufwirtschaft.** Nr. 9, August 2002

C. Orwat  
**Innovationsbedingungen des E-Commerce –  
 der elektronische Handel mit digitalen Produkten.**  
 Nr. 8, März 2002

U. Riehm  
**Innovationsbedingungen des E-Commerce –  
 die technischen Kommunikationsinfrastrukturen  
 für den elektronischen Handel.**  
 Nr. 7, Februar 2002

B. Hüsing, K. Menrad, M. Menrad, G. Scheef  
**Functional Food – Funktionelle Lebensmittel.**  
 Nr. 4, September 1999

---

**TAB-DISKUSSIONSPAPIERE**

**Neue Herausforderungen für die deutsche  
 TSE-Forschung und ihre Förderung.**  
 Nr. 9, Juli 2002

T. Petermann  
**Technikfolgen-Abschätzung und Diffusionsforschung –  
 ein Diskussionsbeitrag.** Nr. 8, März 2000

## DIE STUDIEN DES BÜROS FÜR TECHNIKFOLGEN-ABSCHÄTZUNG

T. Petermann, H. Bradke, A. Lüllmann,  
M. Poetzsch, U. Riehm

**Was bei einem Blackout geschieht.**

Folgen eines langandauernden und großräumigen  
Stromausfalls.

2011 (Bd. 33)

C. Revermann, B. Hüsing

**Fortpflanzungsmedizin.**

Rahmenbedingungen, wissenschaftlich-technische  
Fortschritte und Folgen.

2011 (Bd. 32)

M. Friedewald, O. Raabe, D.J. Koch, P. Georgieff,  
P. Neuhäusler

**Ubiquitäres Computing.**

Das »Internet der Dinge« – Grundlagen, Anwendungen,  
Folgen.

2010 (Bd. 31)

C. Revermann, K. Gerlinger

**Technologien im Kontext von Behinderung.**

Bausteine für Teilhabe in Alltag und Beruf.

2010 (Bd. 30)

U. Riehm, C. Coenen, R. Lindner, C. Blümel

**Bürgerbeteiligung durch E-Petitionen.**

Analysen von Kontinuität und Wandel im Petitionswesen.

2009 (Bd. 29)

K. Gerlinger, T. Petermann, A. Sauter

**Gendoping.**

Wissenschaftliche Grundlagen – Einfallstore – Kontrolle.

2008 (Bd. 28)

S. Kinkel, M. Friedewald, B. Hüsing,

G. Lay, R. Lindner

**Arbeiten in der Zukunft.**

Strukturen und Trends der Industriearbeit.

2008 (Bd. 27)

C. Coenen, U. Riehm

**Entwicklung durch Vernetzung.**

Informations- und Kommunikationstechnologien  
in Afrika.

2008 (Bd. 26)

R. Grünwald

**Treibhausgas – ab in die Versenkung?**

Möglichkeiten und Risiken der Abscheidung und  
Lagerung von CO<sub>2</sub>.

2008 (Bd. 25)

L. Hennen, R. Grünwald, C. Revermann, A. Sauter

**Einsichten und Eingriffe in das Gehirn.**

Die Herausforderung der Gesellschaft durch die  
Neurowissenschaften.

2008 (Bd. 24)

C. Revermann, A. Sauter

**Biobanken als Ressource der Humanmedizin.**

Bedeutung, Nutzen, Rahmenbedingungen.

2007 (Bd. 23)

J. Hemer, M. Schleinkofer, M. Göthner

**Akademische Spin-offs.**

Erfolgsbedingungen für Ausgründungen aus  
Forschungseinrichtungen.

2007 (Bd. 22)

J. Edler

**Bedürfnisse als Innovationsmotor.**

Konzepte und Instrumente nachfrageorientierter  
Innovationspolitik.

2007 (Bd. 21)

J. Jörissen, R. Coenen

**Sparsame und schonende Flächennutzung.**

Entwicklung und Steuerbarkeit des Flächenverbrauchs.

2007 (Bd. 20)

T. Petermann, C. Revermann, C. Scherz

**Zukunftstrends im Tourismus.**

2006 (Bd. 19)

A. Grünwald, G. Banse, C. Coenen, L. Hennen

**Netzöffentlichkeit und digitale Demokratie.**

Tendenzen politischer Kommunikation im Internet.

2006 (Bd. 18)

L. Hennen, A. Sauter

**Begrenzte Auswahl?**

Praxis und Regulierung der Präimplantationsdiagnostik  
im Ländervergleich.

2004 (Bd. 17)

T. Petermann, C. Coenen, R. Grünwald

**Aufrüstung im All.**

Technologische Optionen und politische Kontrolle.

2003 (Bd. 16)

C. Revermann

**Risiko Mobilfunk.**

Wissenschaftlicher Diskurs, öffentliche Debatte und politische Rahmenbedingungen.

2003 (Bd. 15)

U. Riehm, T. Petermann, C. Orwat, C. Coenen,

C. Revermann, C. Scherz, B. Wingert

**E-Commerce in Deutschland.**

Eine kritische Bestandsaufnahme zum elektronischen Handel.

2003 (Bd. 14)

C. Revermann, T. Petermann

**Tourismus in Großschutzgebieten.**

Impulse für eine nachhaltige Regionalentwicklung.

2003 (Bd. 13)

H. Paschen, B. Wingert, C. Coenen, G. Banse

**Kultur – Medien – Märkte.**

2002 (Bd. 12)

R. Meyer, J. Börner

**Bioenergieträger – eine Chance für die »Dritte Welt«.**

2002 (Bd. 11)

L. Hennen, T. Petermann, A. Sauter

**Das genetische Orakel.**

Prognosen und Diagnosen durch Gentests – eine aktuelle Bilanz.

2001 (Bd. 10)

C. Revermann, L. Hennen

**Das maßgeschneiderte Tier.**

Klonen in Biomedizin und Tierzucht.

2001 (Bd. 9)

R. Meyer, A. Sauter

**Gesundheitsförderung statt Risikoprävention?**

Umweltbeeinflusste Erkrankungen als politische Herausforderung.

2000 (Bd. 8)

T. Petermann (unter Mitarbeit von C. Wennrich)

**Folgen des Tourismus – Tourismuspolitik im Zeitalter der Globalisierung (Band 2).**

1999 (Bd. 7)

R. Meyer, C. Revermann, A. Sauter

**Biologische Vielfalt in Gefahr?**

Gentechnik in der Pflanzenzüchtung.

1998 (Bd. 6)

T. Petermann (unter Mitarbeit von C. Hutter u.

C. Wennrich)

**Folgen des Tourismus – Gesellschaftliche, ökologische und technische Dimensionen (Band 1).**

1998 (Bd. 5)

L. Hennen, C. Katz, H. Paschen, A. Sauter

**Präsentation von Wissenschaft im gesellschaftlichen**

**Kontext – Zur Konzeption eines Forums für Wissenschaft und Technik.**

1997 (Bd. 4)

T. Petermann, M. Socher, C. Wennrich

**Präventive Rüstungskontrolle bei Neuen Technologien.**

Utopie oder Notwendigkeit?

1997 (Bd. 3)

C. Katz, J.J. Schmitt, L. Hennen, A. Sauter

**Biotechnologien für die Dritte Welt –**

**Eine entwicklungspolitische Perspektive?**

1996 (Bd. 2)

R. Coenen, S. Klein-Vielhauer, R. Meyer

**Integrierte Umwelttechnik – Chancen erkennen und nutzen.**

1996 (Bd. 1)

## WEITERE BUCHPUBLIKATIONEN

C. Rösch, M. Dusseldorp, R. Meyer  
**Precision Agriculture.**

Landwirtschaft mit Satellit und Sensor  
Frankfurt a.M.: Deutscher Fachverlag 2007  
(Edition Agrar)

T. Petermann, A. Grunwald (Hg.)

**Technikfolgen-Abschätzung für den Deutschen Bundestag.**  
Das TAB – Erfahrungen und Perspektiven wissenschaftlicher Politikberatung  
Berlin: edition sigma 2005

H. Paschen, C. Coenen, T. Fleischer, R. Grünwald,  
D. Oertel, C. 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 im Verkehr und in der Energiewirtschaft.  
Berlin: Erich Schmidt Verlag 2001

G. Halbritter, R. Bräutigam, T. Fleischer, S. Klein-Vielhauer, C. 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 Verlag 1999

J. Jörissen (unter der Mitarbeit von G. Bechmann)

**Produktbezogener Umweltschutz und technische Normen.** Zur rechtlichen und politischen Gestaltbarkeit der europäischen Normung  
Köln: Carl Heymanns Verlag 1997

L. Hennen, T. Petermann, J.J. Schmitt

**Genetische Diagnostik – Chancen und Risiken genetischer Diagnostik.**  
Berlin: edition sigma 1996

R. Meyer, J. Jörissen, M. Socher

**Technikfolgen-Abschätzung »Grundwasserschutz und Wasserversorgung«.**  
Berlin: Erich Schmidt Verlag 1995

A. Looß, C. Katz

**Abfallvermeidung – Strategien, Instrumente und Bewertungskriterien.**  
Berlin: Erich Schmidt Verlag 1995

# Die Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung

verlegt bei edition sigma

Stromausfälle in Europa und Nordamerika haben in den letzten Jahren einen nachhaltigen Eindruck von der Verletzbarkeit moderner und hochtechnisierter Gesellschaften vermittelt. Obwohl die Stromversorgung allenfalls eine Woche und lokal begrenzt unterbrochen war, zeigten sich bereits massive Funktions- und Versorgungsstörungen, Gefährdungen der öffentlichen Ordnung sowie Schäden in Milliardenhöhe. Welche Folgen ein langandauernder und großflächiger Stromausfall auf die Gesellschaft und ihre Kritischen Infrastrukturen haben könnte und wie Deutschland auf eine solche Großschadenslage vorbereitet ist, wird in diesem Buch aufgezeigt. Mittels

Thomas Petermann, Harald Bradke,  
Arne Lüllmann, Maik Poetzsch,  
Ulrich Riehm  
**Was bei einem Blackout  
geschieht**  
Folgen eines langandauernden  
und großräumigen Stromausfalls

umfassender Folgenanalysen führen die Autoren drastisch vor Augen, dass bereits nach wenigen Tagen im betroffenen Gebiet die bedarfsgerechte Versorgung der Bevölkerung mit (lebens)notwendigen Gütern und Dienstleistungen nicht mehr sicherzustellen ist. Auch wird deutlich gemacht, dass erhebliche Anstrengungen erforderlich sind, um die Durchhaltefähigkeit Kritischer Infrastrukturen zu erhöhen sowie die Kapazitäten des nationalen Systems des Katastrophenmanagements weiter zu optimieren.

neu 2011 260 Seiten, kartoniert  
ISBN 978-3-8360-8133-7 Euro 24,90



TAB-BRIEF NR. 39 / AUGUST 2011

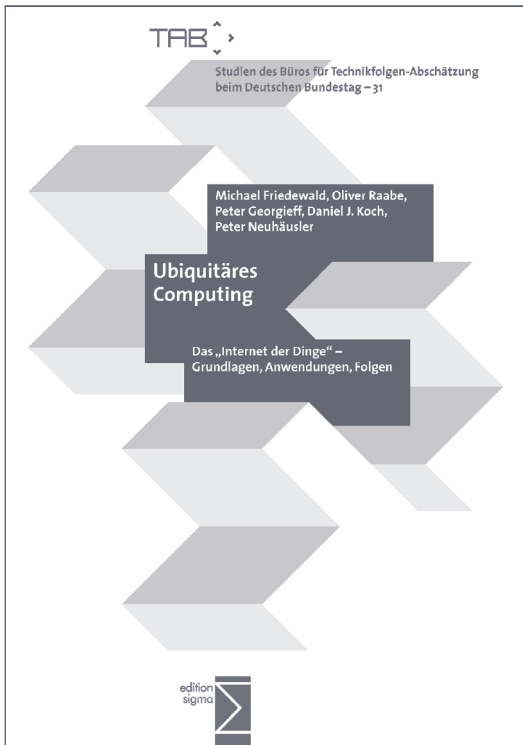


Christoph Revermann,  
Bärbel Hüsing  
**Fortpflanzungsmedizin**  
Rahmenbedingungen, wissenschaftlich-technische Fortschritte und Folgen

Die Fortpflanzungsmedizin stellt medizinisch-technische Optionen bei unerfülltem Kinderwunsch bereit. Dazu zählen alle Behandlungen und Verfahren, die den Umgang mit menschlichen Eizellen, Spermien oder Embryonen mit dem Ziel umfassen, eine Schwangerschaft und die Geburt eines Kindes herbeizuführen. Dieses Buch skizziert Art, Häufigkeiten und Ursachen von Fruchtbarkeitsstörungen. Die Autoren beschreiben alle aktuellen Lösungsansätze, die durch die Reproduktionsmedizin zur Herbeiführung einer Schwangerschaft und der Geburt eines Kindes bereitgestellt werden. Sie thematisieren ausführlich, welche gesundheitlichen Folgen und Risiken sowie

psychischen Belastungen mit reproduktionsmedizinischen Behandlungen assoziiert sind und inwieweit sie verringert bzw. vermieden werden können. Erstmals werden die Wirksamkeit und die Erfolgsraten der Verfahren in der klinischen Praxis in Deutschland, in Europa sowie in weiteren Ländern vergleichend analysiert. Die Erörterung einer möglichen Weiterentwicklung des gesetzlichen Rahmens in Deutschland sowie ein Ausblick auf Handlungsoptionen für die deutsche Politik und auf notwendigen gesellschaftlichen Klärungsbedarf runden den Band ab.

neu 2011 278 Seiten, kartoniert  
ISBN 978-3-8360-8132-0 Euro 24,90



Ubiquitäres Computing – die komplexe elektronische Vernetzung von Dingen, die kommunizieren – gilt weltweit als ein erfolgversprechender Innovationspfad. Intensive FuE-Aktivitäten und politische Strategien gelten dem Ziel, praxistaugliche Technologien und Anwendungen zu befördern. Wo stehen wir augenblicklich auf dem Weg zum »Internet der Dinge«? Welche praktischen Projekte zeigen bereits jetzt das Potenzial auf, das mit der Umsetzung der Grundidee des Ubiquitären Computings ausgeschöpft werden kann? Welche technischen, rechtlichen und gesellschaftlichen Herausforderungen müssen dazu bewältigt werden – und worin kann der Beitrag der Politik

Michael Friedewald, Oliver Raabe,  
Peter Georgieff, Daniel J. Koch,  
Peter Neuhäusler

**Ubiquitäres Computing**  
Das »Internet der Dinge« –  
Grundlagen, Anwendungen, Folgen

bestehen? Die Autoren analysieren im Lichte dieser Fragen den Status quo und die Perspektiven des Ubiquitären Computings und illustrieren ihre Befunde an Beispielen u.a. aus Handel, Logistik und Gesundheitswesen. Die faszinierende »Heinzelmännchentechnologie« des Ubiquitären Computings muss allerdings von den Beteiligten in Wirtschaft, Gesellschaft und Politik noch umfassend fit gemacht werden, sollen ihre Anwendungen tatsächlich wirtschaftlich attraktiv, sozial verträglich sowie hilfreich bei der Bewältigung gesellschaftlicher Probleme werden.

2010      300 Seiten, kartoniert  
ISBN 978-3-8360-8131-3      Euro 27,90

Zuletzt sind in dieser Reihe ebenfalls erschienen:

Chr. Revermann, K. Gerlinger  
**Technologien im Kontext von  
Behinderung**  
Bausteine für Teilhabe in Alltag und Beruf  
2010      286 Seiten, kartoniert  
ISBN 978-3-8360-8130-6      Euro 24,90

U. Riehm, Chr. Coenen, R. Lindner, Cl. Blümel  
**Bürgerbeteiligung durch E-Petitionen**  
Analysen von Kontinuität und Wandel im  
Petitionswesen  
2009      278 Seiten, kartoniert  
ISBN 978-3-8360-8129-0      Euro 24,90

K. Gerlinger, Th. Petermann, A. Sauter  
**Gendoping**  
Wissenschaftliche Grundlagen –  
Einfallstore – Kontrolle  
2008      158 Seiten, kartoniert  
ISBN 978-3-8360-8128-3      Euro 18,90

Anzahl	Kurztitel od. ISBN	Ladenpreis

**Bestellung**  
Ich bestelle aus der Reihe »Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag«

Name, Anschrift:

Datum, Unterschrift:

Senden Sie mir bitte unverbindlich schriftliche Informationen zum Verlagsprogramm.

edition  
sigma

Leuschnerdamm 13  
D-10999 Berlin  
Tel. [030] 623 23 63  
Fax [030] 623 93 93  
verlag@edition- sigma.de

Der Verlag informiert Sie gern über die weiteren lieferbaren Titel der TAB-Schriftenreihe und über sein umfangreiches sozialwissenschaftliches Programm – natürlich kostenlos und unverbindlich.

Ständig aktuelle Programminformationen auch im Internet:  
[www.edition-sigma.de](http://www.edition-sigma.de)

---

## IMPRESSUM

---

**REDAKTION**

Dr. Katrin Gerlinger  
Dr. Arnold Sauter  
unter Mitarbeit von  
Brigitta-Ulrike Goelsdorf

---

**SATZ UND LAYOUT**

Brigitta-Ulrike Goelsdorf  
Johanna Kniehase

---

**DRUCK**

Wienands PrintMedien GmbH,  
Bad Honnef

---

Den TAB-Brief können Sie kostenlos per E-Mail oder Fax beim Sekretariat des TAB anfordern oder abonnieren. Er ist auch als PDF-Datei unter [www.tab-beim-bundestag.de](http://www.tab-beim-bundestag.de) verfügbar.

---

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet. Belegexemplar erbeten.

---

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 Karlsruher Instituts für Technologie (KIT). Das TAB arbeitet seit 1990 auf der Grundlage eines Vertrags zwischen dem KIT und dem Deutschen Bundestag und kooperiert zur Erfüllung seiner Aufgaben seit 2003 mit dem FhG-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe.

Leiter  
stv. Leiter

Prof. Dr. Armin Grunwald  
Dr. Thomas Petermann



BÜRO FÜR TECHNIKFOLGEN-ABSCHÄTZUNG  
BEIM DEUTSCHEN BUNDESTAG

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Neue Schönhauser Str. 10  
10178 Berlin

Fon +49 30 28491-0  
Fax +49 30 28491-119

[buero@tab-beim-bundestag.de](mailto:buero@tab-beim-bundestag.de)  
[www.tab-beim-bundestag.de](http://www.tab-beim-bundestag.de)