

Oktober 2001



**TAB**

# Tätigkeitsbericht

für die Zeit vom 01.01.2000 bis 31.12.2000



TAB

Arbeitsbericht Nr. 72



TAB

Büro für Technikfolgen-Abschätzung  
beim Deutschen Bundestag

# Inhalt

<b>Vorwort .....</b>	<b>5</b>
<b>I. Zielsetzung und Arbeitsbereiche .....</b>	<b>9</b>
<b>II. Organisation und Berichterstattung.....</b>	<b>11</b>
1. Organisation und Finanzierung.....	11
2. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.....	12
3. Berichterstattung .....	12
<b>III. TA-Projekte .....</b>	<b>15</b>
1. Brennstoffzellen-Technologie .....	15
1.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung .....	15
1.2 Stand der Arbeiten .....	15
1.3 Ergebnisse .....	16
1.4 Publikationen und Materialien .....	24
1.5 Projektbearbeiter/in .....	25
2. Bioenergieträger und Entwicklungsländer .....	26
2.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung .....	26
2.2 Stand der Arbeiten .....	27
2.3 Ergebnisse .....	27
2.4 Publikationen und Materialien .....	35
2.5 Projektbearbeiter.....	36
3. Elemente einer Strategie für eine nachhaltige Energieversorgung .....	36
3.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung .....	36
3.2 Stand der Arbeiten .....	37
3.3 Ergebnisse .....	37
3.4 Publikationen und Materialien .....	42
3.5 Projektbearbeiter/in .....	43
4. Tourismus in National- und Naturparks.....	43
4.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung .....	43

4.2	Stand der Arbeiten.....	46
4.3	Publikationen und Materialien .....	46
4.4	Projektbearbeiter .....	47
5.	Entwicklungstendenzen von Nahrungsmittelangebot und -nachfrage und ihre Folgen.....	47
5.1	Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung .....	47
5.2	Stand der Arbeiten.....	48
5.3	Ergebnisse .....	48
5.4	Publikationen und Materialien .....	57
5.5	Projektbearbeiter .....	58
6.	Folgen von Umwelt- und Ressourcenschutz für Ausbildung, Qualifikation und Beschäftigung .....	58
6.1	Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung.....	58
6.2	Stand der Arbeiten.....	59
6.3	Ergebnisse .....	59
6.4	Publikationen und Materialien .....	64
6.5	Projektbearbeiter .....	65
7.	Neue Medien und Kultur .....	65
7.1	Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung.....	65
7.2	Stand der Arbeiten.....	66
7.3	Ergebnisse .....	66
7.4	Publikationen und Materialien .....	68
7.5	Projektbearbeiter .....	68
8.	E-Commerce.....	69
8.1	Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung.....	69
8.2	Stand der Arbeiten.....	72
8.3	Publikationen und Materialien .....	73
8.4	Projektbearbeiter .....	73
9.	Biometrische Systeme .....	73
9.1	Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung.....	73
9.2	Stand der Arbeiten.....	75
9.3	Publikationen und Materialien .....	75
9.4	Projektbearbeiter .....	75
<b>IV.</b>	<b>Monitoring-Vorhaben .....</b>	<b>77</b>
1.	Gentherapie und Gendiagnostik.....	77

1.1	Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung .....	77
1.2	Ergebnisse .....	77
1.3	Publikationen und Materialien .....	85
1.4	Projektbearbeiter.....	86
2.	Risikoabschätzung und Nachzulassungs-Monitoring transgener Pflanzen .....	86
2.1	Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung .....	86
2.2	Ergebnisse .....	87
2.3	Publikationen und Materialien .....	100
2.4	Projektbearbeiter.....	100
3.	Instrumente und Maßnahmen zur Realisierung einer Nachhaltigen Energieversorgung .....	101
3.1	Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung .....	101
3.2	Stand der Arbeiten .....	101
3.3	Publikationen und Materialien .....	103
3.4	Projektbearbeiter/in .....	104
4.	Kernfusion .....	104
4.1	Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung .....	104
4.2	Stand der Arbeiten .....	104
4.3	Publikationen und Materialien .....	106
4.4	Projektbearbeiter/in .....	106
<b>V.</b>	<b>Konzepte und Methoden .....</b>	<b>107</b>
1.	Langzeit- und Querschnittsfragen in europäischen Regierungen und Parlamenten.....	107
1.1	Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung .....	107
1.2	Stand der Arbeiten .....	108
1.3	Publikationen und Materialien .....	109
1.4	Projektbearbeiter.....	109
<b>VI.</b>	<b>Publikationen des TAB.....</b>	<b>111</b>



## Vorwort

Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) legt hiermit seinen Tätigkeitsbericht für das Jahr 2000 vor.

Im Berichtszeitraum wurden neun **TA-Projekte** fortgeführt oder begonnen:

- **Brennstoffzellen-Technologie**  
(für den Ausschuss für Bildung, Wissenschaft, Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung)
- **Bioenergieträger und Entwicklungsländer**  
(für den Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung)
- **Elemente einer Strategie für eine nachhaltige Energieversorgung**  
(für den Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung)
- **Tourismus in National- und Naturparks**  
(für den Ausschuss für Tourismus)
- **Entwicklungstendenzen von Nahrungsmittelangebot und -nachfrage und ihre Folgen**  
(für den Ausschuss für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten)
- **Folgen von Umweltschutz und Ressourcenschonung für Ausbildung, Qualifikation und Beschäftigung**  
(für den Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung)
- **Neue Medien und Kultur**  
(für den Ausschuss für Kultur und Medien)
- **E-Commerce**  
(für den Ausschuss für Wirtschaft und Technologie)
- **Biometrische Systeme**  
(für den Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung)

Die "**Monitoring-Aktivitäten**" des TAB bezogen sich im Berichtszeitraum vor allem auf die Themenfelder:

- Gentherapie und Gendiagnostik
- Risikoabschätzung und Nachzulassungs-Monitoring transgener Pflanzen
- Instrumente und Maßnahmen zur Realisierung einer Nachhaltigen Energieversorgung
- Kernfusion

Im Arbeitsbereich "**Konzepte und Methoden**" wurde mit einer Untersuchung zur Frage der Behandlung von "Langzeit- und Querschnittsfragen in europäi-

schen Regierungen und Parlamenten" begonnen. Arbeiten zum Verhältnis von TA und Diffusionsforschung wurden abgeschlossen (TAB-Diskussionspapier Nr. 8 - Technikfolgen-Abschätzung und Diffusionsforschung - ein Diskussionsbeitrag).

Im Rahmen der Bearbeitung des umfangreichen Programms wurden 25 Gutachten mit einem Gesamtvolumen von ca. 1,4 Mio. DM an wissenschaftliche Institute vergeben.

Mehrere Ergebnisberichte zu früheren Projekten des TAB sind im Berichtszeitraum in Bundestagsausschüssen ausführlich behandelt worden und haben zu Beschlussempfehlungen und entsprechenden Bundestagsbeschlüssen geführt, so zum Beispiel die Endberichte zu den Projekten "Verkehr" (BT-Drs. 14/2429) sowie "Umwelt und Gesundheit" (BT-Drs. 14/3712).

Im Berichtszeitraum befanden sich die folgenden Berichte im Prozess der Beratung:

- TAB-Bericht "Entwicklung und Folgen des Tourismus" (BT-Drs. 14/1100)
- TAB-Bericht "Nachhaltige Forschungs- und Technologiepolitik" (BT-Drs. 14/571)
- TAB-Bericht "Xenotransplantation" (BT-Drs. 14/3144)
- TAB-Bericht "Nachwachsende Rohstoffe" (BT-Drs. 14/2949)

Abgeschlossen wurde die Beratung der Abschlussberichte zu den Projekten "Verkehr" sowie "Umwelt und Gesundheit". Unter anderem hatte der (mitberatende) Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung in seinem Votum zum Projekt "Umwelt und Gesundheit" die Notwendigkeit der Aufarbeitung der im Bericht des TAB festgehaltenen Forschungsdefizite unterstrichen und - entsprechend der Anregungen im TAB-Bericht - die Bundesregierung aufgefordert, spezielle Forschungsprogramme im Bereich der Gesundheitsförderungsforschung zu initiieren.

Der federführende Ausschuss für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit beriet das Votum des BFTA in seiner Sitzung vom 10. Mai 2000 und nahm es als EntschlieÙung auf in seine Beschlussempfehlung 14/3712, die neben dem TAB-Bericht das Aktionsprogramm "Umwelt und Gesundheit" sowie das Sondergutachten 1999 des SRU zum selben Thema behandelt. Die EntschlieÙung zum TAB-Bericht wurde - bei Enthaltung der CDU/CSU-Fraktion - einstimmig angenommen.

Die Nachfrage innerhalb und auÙerhalb des Parlaments nach den Arbeitsergebnissen des TAB nimmt weiterhin zu. Von den über 80 Arbeitsberichten, Diskussionspapieren und Hintergrundpapieren, die das TAB bis Ende 2000

erstellt hat, sind insgesamt fast 37.000 Exemplare nachgefragt worden (ohne Berücksichtigung der Nachfrage nach TAB-Arbeitsberichten in Form von Bundestags-Drucksachen und Buchveröffentlichungen). Das Interesse an der Arbeit des TAB kommt auch in der steigenden Nachfrage nach dem TAB-Brief zum Ausdruck.

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des TAB danken allen Parlamentarierinnen und Parlamentariern, die das TAB bei seinen Bemühungen um parlamentarische Relevanz seiner Untersuchungsergebnisse unterstützt haben. Insbesondere danken sie den Berichterstatterinnen und Berichterstattern für TA im Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung, Frau Ulla Burchardt (SPD), Herrn Axel E. Fischer (CDU/CSU), Herrn Hans-Josef Fell (Bündnis 90/DIE GRÜNEN), Frau Angela Marquardt (PDS) und Frau Ulrike Flach (FDP), die im Berichtszeitraum als Vorsitzende des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung die Berichterstattersitzungen leitete.

Prof. Dr. Herbert Paschen





## I. Zielsetzung und Arbeitsbereiche

Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag wurde 1990 eingerichtet mit dem Ziel, Beiträge zur **Verbesserung der Informationsgrundlagen forschungs- und technologiebezogener Beratungs- und Entscheidungsprozesse im Deutschen Bundestag** zu leisten.

Zu den Aufgaben des TAB gehören

- die Konzeption und Durchführung von Projekten der Technikfolgen-Abschätzung (**TA-Projekte**),
- die Beobachtung und Analyse wichtiger wissenschaftlich-technischer Trends und damit zusammenhängender gesellschaftlicher Entwicklungen sowie die Auswertung wichtiger TA-Projekte im In- und Ausland (**Monitoring**),
- die Teilnahme an und Förderung der Diskussion über konzeptionelle Fragen der Technikfolgen-Abschätzung (**Konzepte und Methoden**)

und jeweils

- die parlamentsorientierte Aufbereitung und Vermittlung der Untersuchungsergebnisse.

Die Ziele politikberatender Technikfolgen-Abschätzung bestehen im Verständnis des TAB darin,

- die **Potenziale** neuer wissenschaftlich-technischer Entwicklungen zu analysieren und die damit verbundenen gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und ökologischen **Chancen** auszuloten,
- die **rechtlichen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen** der Realisierung und Umsetzung wissenschaftlich-technischer Entwicklungen zu untersuchen,
- die **potenziellen Auswirkungen** der Nutzung neuer wissenschaftlich-technischer Entwicklungen vorausschauend und umfassend zu analysieren und Möglichkeiten für eine strategische Nutzung der Chancen des Technikeinsatzes und die Vermeidung oder Abmilderung seiner Risiken aufzuzeigen

und auf dieser Grundlage

- **alternative Handlungs- und Gestaltungsoptionen** für politische Entscheidungsträger zu entwickeln.

In Übereinstimmung mit den Ausschüssen des Deutschen Bundestages und den von den Fraktionen benannten Berichterstattern zu TA geht das TAB bei seinen Aktivitäten von einem solchen konstruktiven Verständnis von Technikfolgen-Abschätzung aus: Zielführend ist nicht die Frühwarnung vor technikbedingten Risiken; vielmehr geht es bei solchen Untersuchungen um **das vorausschauende Abwägen von Chancen und Risiken** und um **die Gestaltung neuer technischer Entwicklungen und ihrer Rahmenbedingungen**.

## **II. Organisation und Berichterstattung**

### **1. Organisation und Finanzierung**

Die Einrichtung des TAB geht auf einen Parlamentsbeschluss vom 16.11.1989 zurück. Nach Abschluss eines dreijährigen Modellversuchs beschloss der Deutsche Bundestag am 4. März 1993 einstimmig, das TAB ab 1.9.1993 in eine ständige Einrichtung des Deutschen Bundestages zu überführen. Mit dem Kernforschungszentrum (jetzt: Forschungszentrum) Karlsruhe wurden im September 1993 und im Juli 1998 Verträge geschlossen, die den Betrieb des TAB durch die Abteilung für Angewandte Systemanalyse (jetzt: Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse/ITAS) des Zentrums zunächst bis 1998 und dann bis 2003 sicherstellen. Das TAB ist eine besondere organisatorische Einheit des ITAS. Leiter des TAB ist Prof. Dr. Herbert Paschen, stellvertretender Leiter Dr. Thomas Petermann.

Das TAB arbeitet in strikter Orientierung am Informationsbedarf des Deutschen Bundestages. Anträge zur Durchführung eines TA-Prozesses oder anderer Aktivitäten können von einer Fraktion oder gemeinsam von mehreren Fraktionen im Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung und in anderen Fachausschüssen des Deutschen Bundestages gestellt werden. Hierüber beschließt der BFTA-Ausschuss. Die wissenschaftliche Verantwortung für die Arbeitsergebnisse des TAB liegt bei dessen Leiter. Ein fachliches Weisungsrecht Dritter besteht nicht.

Die Fraktionen haben Berichterstatter/innen zu TA benannt. Mit Unterstützung des Ausschussesekretariats tragen sie zur Abstimmung zwischen den Vorstellungen des Bundestages und seiner Organe und den wissenschaftlichen Arbeiten des TAB bei und koordinieren den Informationsfluss zwischen den Beteiligten. Sie bereiten die Entscheidungen des Ausschusses im Bereich der Technikfolgen-Abschätzung vor. Weitere Berichterstatter/innen (eines oder mehrerer Ausschüsse) begleiten darüber hinaus einzelne TAB-Projekte und helfen bei der Integration der Ergebnisse in die Ausschussarbeiten.

Das TAB verfügt über eine jährliche institutionelle Förderung von 2 Mio. DM. Zusätzliche Mittel stehen nach Maßgabe des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung für die Vergabe von Aufträgen an wissenschaftliche Institute zur Verfügung.

## 2. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Im Berichtszeitraum waren im TAB neben dem Leiter 7 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie 2 Sekretärinnen beschäftigt:

Torsten Fleischer (Dipl.-Phys.) (bis 30.04.2000)

Dr. Reinhard Grünwald (Dipl.-Phys.) (ab 01.10.2000)

Dr. Leonhard Hennen (Dipl.-Soz.)

Dr. Rolf Meyer (Dipl.-Ing.)

Dr. Dagmar Oertel (Dipl.-Chem.)

Dr. Thomas Petermann

Dr. Christoph Revermann (Dipl.-Biol.)

Dr. Arnold Sauter (Dipl.-Biol.)

Ulrike Goelsdorf

Gaby Rastätter

Bei seiner Arbeit wird das TAB durch Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des Forschungszentrums Karlsruhe unterstützt.

## 3. Berichterstattung

Art und Umfang der Aktivitäten des TAB erfordern eine differenzierte Information und Berichterstattung. Folgende Informationsmedien werden vor allem genutzt:

### *TAB-Brief*

Der TAB-Brief enthält Kurzmitteilungen über das Arbeitsprogramm des TAB, über Ergebnisse von TAB-Projekten, über TA-Aktivitäten im In- und Ausland usw. Den TAB-Brief erhalten alle Mitglieder des Deutschen Bundestages. Er wird in großem Umfang von Ministerien in Bund und Ländern, von Personen und Einrichtungen in Wissenschaft und Gesellschaft angefordert. Der TAB-Brief hat zurzeit eine Auflage von 3.600 Stück und erscheint in der Regel zweimal pro Jahr.

### *TAB-Arbeitsberichte*

In den TAB-Arbeitsberichten werden abgeschlossene Vorstudien, Zwischenberichte, Abschlussberichte zu TA-Projekten sowie Ergebnisse des TA- und Technik-Monitoring dokumentiert. Durch TAB-Arbeitsberichte werden insbesondere die Mitglieder des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung und Mitglieder anderer Ausschüsse, die mit der jeweils behandelten Thematik befasst sind, über Resultate der TAB-Aktivitäten informiert. Die TAB-Arbeitsberichte werden nach Abnahme durch den Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung auch der Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Die Endberichte zu TA-Projekten werden als Bundestags-Drucksachen veröffentlicht und erscheinen darüber hinaus seit 1996 als Buchreihe bei edition sigma, Berlin.

### *TAB-Diskussionspapiere*

Die TAB-Diskussionspapiere greifen im Zusammenhang mit den eigenen TA-Aktivitäten allgemeine und übergreifende technologiepolitische, konzeptionelle und methodische Fragen auf und wollen zur Diskussion über wichtige Aspekte von Technologiepolitik und Technikfolgen-Abschätzung anregen.

### *TAB-Workshops*

Das Instrument des "Workshops" bietet sowohl die Möglichkeit des Austauschs zwischen Parlamentariern, Wissenschaft und gesellschaftlichen Gruppen als auch der Präsentation und Diskussion von Arbeitsergebnissen des TAB.



### III. TA-Projekte

#### 1. Brennstoffzellen-Technologie

##### 1.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Die Brennstoffzellen-Technologie befindet sich in einer entscheidenden Phase. Wichtige Weichenstellungen im Prozess der Innovation sind zu erwarten. Weltweite Entwicklungsanstrengungen großer Unternehmen und umfangreiche staatliche Förderprogramme dokumentieren die Erwartung, dass mit ihrem Einsatz erhebliche Marktpotenziale erschlossen sowie Problemlösungen im Verkehrssektor und in der Energiewirtschaft gefunden werden könnten. Auch verbinden sich mit der Brennstoffzellen-Technik Perspektiven wesentlich umweltfreundlicherer Antriebe im Straßenverkehr und effizienterer sowie ökologisch vorteilhafterer Anlagen zur Wärme- und Stromerzeugung. Diese mittelfristige Perspektive wird ergänzt durch die plausible Vision eines Einsatzes von Brennstoffzellen als Brücke in eine (zukünftige solare) Wasserstoffwirtschaft und als deren zentrales Element.

Auf Beschluss des **Ausschusses für Bildung, Wissenschaft, Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung** wurden Chancen und Möglichkeiten der Brennstoffzellen-Technologie bei der Ausgestaltung eines künftigen, ökonomisch tragfähigen und ökologisch attraktiven Energieversorgungs- und Verkehrssystems untersucht. Dies schließt eine Analyse ein, ob und wie durch politische Maßnahmen entsprechende Rahmenbedingungen geschaffen werden könnten.

##### 1.2 Stand der Arbeiten

Aufbauend auf den Arbeiten eines Sachstandsberichtes "Zum Entwicklungsstand der Brennstoffzellen-Technologie" (1997) wurde 1998 eine Weiterführung als TA-Projekt beschlossen. Hierzu wurden insgesamt fünf Gutachten angefertigt. Der Endbericht wurde im Dezember 2000 vom Ausschuss abgenommen und veröffentlicht.



## 1.3 Ergebnisse

Der Abschlussbericht zeichnet ein umfassendes und differenziertes Bild vom Stand der Entwicklung und von den Zukunftsperspektiven eines verbreiteten Einsatzes von Brennstoffzellen-Systemen und dessen möglichen Folgen. Neben technischen Besonderheiten der Brennstoffzelle werden ihre unterschiedlichen Systeme beschrieben, und es wird ein Überblick über die im Wesentlichen nutzbaren Energieträger und Treibstoffe gegeben. Der Schwerpunkt wird auf die differenzierte Aufbereitung des Standes und der Perspektiven der Brennstoffzellen-Technologien in den Anwendungsfeldern Verkehr, Energiewirtschaft und tragbare elektronische Kleingeräte gelegt.

### *Mobile Anwendungen*

Brennstoffzellen für mobile Anwendungen werden im **Schwerpunkt** für den **Antrieb von Straßenfahrzeugen** (Pkw und Busse) diskutiert. Die Motive für zahlreiche industrielle Aktivitäten in diesem Bereich liegen in einem - allerdings in großen Teilen technisch und wirtschaftlich erst noch zu erschließenden - Potenzial der Brennstoffzelle hinsichtlich Reduktion von Kraftstoffverbrauch und Emissionen sowie bei Innovationen in der Fahrzeugtechnik. Für den Fahrzeugbereich wird die Nutzung dieser Potenziale am ehesten von der PEMFC erwartet.

Beim **Vergleich existierender und neuer Antriebskonzepte** ist für eine aussagekräftige Analyse eine **Einbeziehung des Kraftstoffversorgungssystems und der eingesetzten Energieträger wesentlich**: Wasserstoff als direkter Kraftstoff für Brennstoffzellenantriebe stellt aus heutiger Sicht eher eine langfristige Perspektive dar. Darum dürften für den breiten Energiemarkt in den nächsten 20 bis 30 Jahren noch andere Energieträger - v.a. flüssige Alkohole (Methanol) beziehungsweise Kohlenwasserstoffe (Benzin) - den Vorrang haben. Jedoch muss in beiden Fällen der getankte Kraftstoff im Fahrzeug in Wasserstoff umgewandelt werden. Dabei sind mit Methanol einfachere und effektivere Ansätze bei den Antrieben realisierbar, es gibt aber derzeit keine Methanol-Infrastruktur. Dagegen bringt Benzin aufwendige Brennstoffzellensysteme mit sich, jedoch könnte auf eine eingeführte Kraftstoffproduktion und -verteilung - bei allerdings unzureichender Kraftstoffqualität für Brennstoffzellen - aufgebaut werden.

Die durchgeführte **ökologische Bilanzierung verschiedener Antriebskonzepte und Kraftstoffe ergibt ein differenziertes Bild**. Brennstoffzellen-Fahrzeuge können zur Emissionsreduktion beitragen, wenn sie in genügend großer Zahl eingeführt sind. Dies gilt allerdings nicht für alle Systeme, da bei Nutzung von aus fossilen Quellen gewonnenen Kraftstoffen - im Vergleich mit konventionellen Verbrennungsmotoren - energetischen und emissionsseitigen Vorteilen der Brennstoffzelle selbst energetische Verluste und Emissionen bei der Kraftstoffbereitstellung und -aufbereitung gegenüberstehen. Für die Emissionen gilt dies eingeschränkt auch für regenerativ erzeugte Endenergieträger, nicht jedoch für die Wasserstoffherstellung auf der Basis von emissionsfrei regenerativ erzeugtem Strom. Bei einer Beurteilung der Brennstoffzellen-Technologie ist für jede Option zu berücksichtigen, ob und in welchem Umfang eine Verlagerung von energetischen Verlusten und Emissionen aus dem Fahrzeugbetrieb in die Kraftstoffgewinnung und -herstellung erfolgt.

Auch neue verbrauchsoptimierte Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor erlauben einen Betrieb mit lokalen Emissionen, die beinahe Null sind. Insofern kann als These formuliert werden, dass verkehrsbedingte Umweltbelastungen mit einer Optimierung des Verbrennungsmotors in ausreichendem Maße und vor allem mit geringerem finanziellen Aufwand reduziert werden können, so dass sich die Entwicklung alternativer Antriebstechnologien, wie die des Brennstoffzellen-Fahrzeuges, nicht aufdrängt. Gegenüber einer solchen Perspektive wäre allerdings anzumerken, dass mittel- und längerfristig und bei einer umfassenderen Betrachtung eine weitergehende Reduktion der direkten Abgasemissionen bei Pkw notwendig sein könnte - vor allem dann, wenn infolge der allgemeinen Verkehrszunahme die Schadstoffemissionen wieder ansteigen werden, weil das Optimierungspotenzial beim Verbrennungsmotor zunehmend ausgeschöpft sein wird. Zudem könnten dann, wenn Nullemissionsfahrzeuge eine wettbewerbsfähige Option darstellen, diese vom Verbraucher verstärkt nachgefragt - oder ihr Einsatz seitens der Politik oder von Umweltverbänden gefordert - werden. Bereits die aktuellen **technischen Entwicklungen** und die sich **abzeichnenden Verschärfungen bei den Emissionsstandards** bei Fahrzeugen mit konventionellen Verbrennungsmotoren **legen die intensive Prüfung einer Einführung von Brennstoffzellen-Fahrzeugen nahe**.

Da die **wichtigen potenziellen Brennstoffzellen-Kraftstoffe** Wasserstoff und Methanol **aus verschiedenen Primärenergieträgern herstellbar** sind, wird für entsprechende Antriebe eine regionale Differenzierung und Diversifizierung von Energieträgern für den Verkehr möglich. Zudem könnte die technische Basis für die Nutzung regenerativer Energien im Verkehr geschaffen und ein

gleitender Übergang von der erdölbasierten in die regenerative Treibstoffversorgung ermöglicht werden. Auch aus diesem Grund ist die Brennstoffzelle im Fahrzeug eine Option für die nahe Zukunft, die weiter verfolgt werden sollte.

**Mittel- und langfristig** sollten Optionen für den **Einsatz erneuerbarer Energieträger im Verkehr** (und in anderen Bereichen) eröffnet werden. Dies ist nicht nur aus Emissions- und Klimaschutzgründen, sondern auch wegen der beschränkten Verfügbarkeit fossiler Energiequellen notwendig. Zum einen sind die Reichweiten fossiler Energieträger begrenzt, zum anderen ist die Übertragung des Konzepts einer auf Erdöl basierenden mobilen Gesellschaft auf den heute noch wenig motorisierten Teil der Welt nicht verantwortbar.

Insgesamt ist die Entwicklung von Brennstoffzellen für mobile Anwendungen **geprägt durch die Diskussion über den "richtigen" Kraftstoff, den Nachweis der Funktionstüchtigkeit der Technik in der Anwendung** - insbesondere im Langzeitbetrieb -, die aus heutiger Sicht **erforderliche Kostensenkung und die Frage nach der Markteinführung**. Für eine Marktakzeptanz müssen einige technische und ökonomische Barrieren überwunden und nutzer- sowie kapitalseitige Vorteile deutlicher als bislang sichtbar werden. Gegenwärtig liegen keine verlässlichen Angaben über zu erwartende Kosten (und Preise) von Fahrzeugen mit Brennstoffzellen-Antrieben vor. Eine grobe, Anschaffungs- und Unterhaltungskosten einschließende Abschätzung zeigt, dass der Mehrpreis für ein Brennstoffzellen-Fahrzeug der Mittelklasse bei 30-50 DM/kW (absolut zwischen 1.500 und 2.500 DM) bei erwarteten Benzinpreisen um 2,25 DM/l liegen dürfte. Nach Angaben von Fahrzeugherstellern soll der Preis für ein Brennstoffzellenfahrzeug "dem eines vergleichbaren Modells mit Dieselmotor und Automatik" entsprechen. Dies entspräche etwa einem Aufpreis von 5.000 DM gegenüber einem vergleichbaren Benzin-Fahrzeug mit Schaltgetriebe.

Eine **breite Einführung neuer Energieträger im Verkehrssektor** würde - weitgehend unabhängig von der Antriebstechnik - seitens der Politik Koordination und Unterstützung im Bereich der Kraftstoffzulassung und bei der europaweiten Harmonisierung der Zulassungsvorschriften erfordern. Auch der Aufbau geeigneter Infrastrukturen scheint - solange sich Fahrzeug- und Mineralölindustrie nicht auf eine gemeinsame Strategie einigen - stärkeren Engagements von politischer Seite zu bedürfen. Beide Prozesse müssen einer Einführung solcher Energieträger und entsprechender neuer Antriebe zeitlich vorangehen (für Brennstoffzellen-Fahrzeuge mit Methanol ist derzeit das Jahr 2004 geplant), damit sich ein weitgehend selbst tragender Markt ausbilden kann.

*Stationäre Energieversorgung: Hausenergieversorgung, Kleinverbrauch*

Brennstoffzellen für stationäre Anwendungen werden derzeit für fast alle Einsatzfelder der stationären Energieversorgung diskutiert. Neu ist die mit Hilfe der Brennstoffzelle **technisch attraktiv umsetzbare Perspektive des breiten Einsatzes der gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung im Haushaltsbereich**. Daneben ergibt sich eine zusätzliche Möglichkeit zur Einspeisung von überschüssigem Strom in das örtliche Stromnetz, wodurch die Bedeutung der öffentlichen Stromerzeugung weiter abnehmen würde.

Die Entwicklungsbemühungen für die Haus- und Siedlungsenergieversorgung zeigen, dass zurzeit vor allem die Membran-Brennstoffzelle (PEMFC), mit Abstrichen auch die phosphorsaure Brennstoffzelle (PAFC) und die Festoxid-Brennstoffzelle (SOFC), in Betracht kommen. **Im technischen Vergleich zu konventionellen Heizungsanlagen sind diese Brennstoffzellen-Systeme als gleichwertig anzusehen**. Haupthandicap ist ihr (momentan noch) zu hoher Preis. Darüber hinaus steht generell eine technische und kostenseitige Optimierung der Brennstoffzellen-Systeme noch aus.

Als **Brennstoffe** für Brennstoffzellen-Systeme in der Gebäudeenergieversorgung sind neben **Wasserstoff** vor allem **Erdgas, aber auch Heizöl, Benzin und Methanol in der Erprobung**. Konventionelle Brennstoffe, wie Erdgas oder Heizöl, bieten den Vorteil einer vorhandenen Infrastruktur und sind den Nutzern vertraut. Da die Energiebilanz am Reformier günstiger ausfällt, je reiner und wasserstoffhaltiger der Einsatzstoff ist, sind Kohlenwasserstoff-Gemische (Heizöl, Benzin etc.) verfahrenstechnisch gesehen ungeeigneter, hätten jedoch eine strategische Bedeutung für eine Übergangszeit bis zur Etablierung einer Wasserstoffinfrastruktur.

Da die Brennstoffzelle selbst nur Wasserdampf an die Umgebung abgibt, führt eine direkte Wasserstoffversorgung vor Ort zu einer wenig komplexen Anlage ohne Schadstoffemissionen, womit **ein Beitrag zur lokalen Emissionsminderung geleistet werden könnte**. Emissionen werden jedoch bei der Bereitstellung von Wasserstoff auf fossile Wege freigesetzt. Insofern ist unter Umweltgesichtspunkten eine regenerative Bereitstellung des Wasserstoffs adäquater. Bei fossilen Energieträgern fällt eine Versorgung mit Erdgas günstiger aus als mit Heizöl. Trotz des höheren Wirkungsgrades von Methanol im Vergleich zum Heizöl-Einsatz in Brennstoffzellen-BHKW werden die höheren Emissionen bei der Herstellung von Methanol nicht kompensiert. Somit bietet sich aus Gründen des Klimaschutzes der Einsatz von Methanol als Brennstoff nicht an, vielmehr wäre der Einsatz von Erdgas sinnvoller. Ein damit verbun-

dener Mehrverbrauch an Erdgas - verstärkt durch Zuwächse in anderen Bereichen - ist allerdings aus versorgungsstrategischen Gründen nicht unproblematisch.

Obwohl Brennstoffzellen-Systeme für die Hausenergieversorgung **von der Schwelle zur Wirtschaftlichkeit noch entfernt** sind, dürfte diese hier aber doch leichter als bei Fahrzeuganwendungen zu erreichen sein. Anlegbare Investitionen für ein Brennstoffzellen-BHKW im Leistungsbereich von 1-10 kW (el) liegen etwa bei 2.000 bis 4.000 DM/kW (el) für das Brennstoffzellen-System bestehend aus Brenngasaufbereitung, Zellstapel und Wechselrichter, was in etwa in der Größenordnung herstellereitiger Angaben liegt. Für größere, z.B. siedlungszentral aufgestellte Anlagen sollten aufgrund von Skalierungseffekten tendenziell etwa 2.000 DM/kW (el) erreichbar sein. Zum Vergleich: Für Anwendungen in Pkw muss das Brennstoffzellensystem zu Kosten von unter 100 DM/kW darstellbar sein.

Im Hinblick auf eine **breite Implementierung von Brennstoffzellen in Haushalten sowie im Kleinverbrauch** wurden **verschiedene Substitutionsvarianten** und deren Effekte im Jahr 2010 **analysiert**. Aus einer angenommenen 10 %igen Substitution von konventionellen Heizungsanlagen durch Brennstoffzellen (PEMFC-Referenzsystem mit Spitzenlastkessel) in Haushalten resultiert eine veränderte Struktur der Nachfrage nach Energieträgern (Mehrverbrauch von bis zu 18 % beim Erdgas; Heizöl, Fernwärme und Strom nähmen entsprechend ab) und damit eine Reduktion der Emission klimarelevanter Gase (etwa beim CO<sub>2</sub> um bis zu 2,3 %). Gesondert zu erwähnen sind die positiven Auswirkungen auf die lokale Emissionssituation, wo sich zeigt, dass das erdgasbetriebene Brennstoffzellen-BHKW die geringsten Emissionen aufweist.

**Forschungs- und Entwicklungsbedarf** besteht bei der Optimierung der Brennstoffzellen-Systeme in Bezug auf eine verbesserte Langzeitstabilität zur Erreichung der Lebensdauer von 40.000 Betriebsstunden bei deutlicher Senkung der Kosten. Hierbei könnten insbesondere bei der PEMFC Synergieeffekte zum mobilen Bereich genutzt werden. Des Weiteren hat sich die Anpassung der klassischen Brenngasaufbereitung an die Größenordnung der Gebäudeenergieversorgung als erheblich schwieriger erwiesen, als ursprünglich angenommen. Daher besteht Forschungsbedarf im Hinblick auf die Miniaturisierung heute üblicher Reformerverfahren für den Einsatz fossiler Brennstoffe (Erdgas, Heizöl etc.).

### *Stationäre Energieversorgung: Industrielle Energieversorgung, öffentliche Stromversorgung*

Für Anwendungen in der industriellen Kraft-Wärme-Kopplung und der öffentlichen Stromversorgung **eignen sich Hochtemperatur-Brennstoffzellen** (SOFC, Schmelzkarbonat-Brennstoffzellen (MCFC)) **am besten**. Beide Systeme befinden sich noch in einem frühen Entwicklungsstadium, ermöglichen jedoch ein breites Spektrum an Brennstoffen.

Brennstoffzellen-Systeme konkurrieren in diesem Anwendungsfeld im unteren Leistungsbereich mit Gasturbinen und Motor-BHKW und im oberen Leistungsbereich mit GuD-Kraftwerken. Konventionelle Anlagen weisen gegenüber Brennstoffzellen-Anlagen einen deutlichen Praxisvorsprung und vergleichsweise niedrige Kosten auf. Zudem weisen auch konventionelle Anlagen noch diverse Entwicklungspotenziale auf. Brennstoffzellen hingegen können neben der Abdeckung eines breiten Anforderungsspektrums mit einer Reihe von Vorteilen aufwarten. So kommen höhere Stromkennzahlen von Hochtemperatur-Brennstoffzellen im KWK-Betrieb dem Trend des steigenden Stromverbrauchs in der Industrie entgegen. Sie sind deshalb optimal bei industriellen Verbrauchern mit hoher Stromintensität einsetzbar.

Insgesamt sind **Brennstoffzellen konventionellen Systemen in Bezug auf ihre Umweltwirkungen in fast allen Bereichen überlegen**. Sie können insbesondere einen deutlichen Beitrag zur Minderung von Treibhausgasemissionen liefern. Diese Effekte sind beim Übergang von einem fossilen auf einen regenerativen Brennstoff besonders ausgeprägt, allerdings ist dabei der Wechsel des Brennstoffs von höherer Bedeutung als die Veränderung der Energieumwandlungstechnik. Zudem ist zu berücksichtigen, dass auch konventionelle Energieumwandlungstechniken unter Emissionsgesichtspunkten noch deutliche Reduktionspotenziale aufweisen. Auch wenn Brennstoffzellen lokal betrachtet den Vorzug von "Null-Emissionen" an Schadstoffen aufweisen, wirken sich vorgelagerte Brennstoffketten negativ auf die Gesamtbilanz aus. Hohe Emissionsanteile einiger Brennstoffketten bleiben den Brennstoffzellen als "ökologischer Rucksack" erhalten. Minderungspotenziale ergeben sich im Primärenergieverbrauch, bei den Treibhausgasen, der Versauerung sowie bei den Stickoxidemissionen.

Die **Vorteile biogener Brennstoffe** in Bezug auf Treibhauseffekt und Ressourcenverbrauch lassen sich unter Umweltgesichtspunkten effizient mit denen von Brennstoffzellen verknüpfen. Der ökologisch verträgliche Einsatz vergaster oder vergärter (Rest)Biomasse (fast neutrale CO<sub>2</sub>-Bilanz, kein Verbrauch

erschöpflicher Ressourcen) kann in Brennstoffzellen ohne deutliche Verschlechterungen in anderen Umweltwirkungskategorien erfolgen.

Für den Einsatz in der industriellen Kraft-Wärme-Kopplung liegen die "zulässigen" (anlegbaren) Investitionen eines Hybrid-Systems (Hochtemperatur-Brennstoffzelle kombiniert mit Gasturbine) etwa 15-20% über denen eines vergleichbaren Gasturbinen-Systems, gegenüber einem GuD-System in der zentralen Stromerzeugung um bis zu 30% höher. Unter den z.Z. geltenden Rahmenbedingungen und bei gleich bleibenden gesetzlichen Emissionsanforderungen für (konventionelle) Energieumwandlungsanlagen ist für potenzielle Betreiber eines Brennstoffzellen-Systems darum derzeit kein ökonomischer Vorteil erkennbar. Dies könnte sich bei einer Verschärfung von Emissionsstandards ändern.

Der **Einsatz von Hochtemperatur-Brennstoffzellen** in der stationären Energieversorgung wird wahrscheinlich kurz- bis mittelfristig zuerst in dezentralen Anlagen mit kleiner Leistung erfolgen. Allerdings dürfte der "klassische" dezentrale KWK-Markt aufgrund der Liberalisierung schrumpfen. Andererseits wird seitens der EU ein Ausbau des Anteils von KWK-Anlagen angestrebt, was zu einem Aufbau entsprechender Märkte in Europa führen könnte. Hierzu eignen sich neben der Brennstoffzelle u.a. auch Motoren oder Gasturbinen. Damit hängt die Marktintegration der Brennstoffzelle davon ab, ob sie den neuen Anforderungen flexibel und zu konkurrenzfähigen Preisen genügen kann. Durch energie- und umweltpolitische Maßnahmen ließe sich dieser Prozess ggf. unterstützen.

**Mit einem Einsatz von Hochtemperatur-Brennstoffzellen in Kraftwerken ist eher langfristig zu rechnen.** Brennstoffzellen für größere Anlagen befinden sich noch weitgehend im Entwicklungsstadium. Bevor größere Pilotanlagen gebaut werden können, besteht noch ein enormer Entwicklungsbedarf, u.a. im materialtechnischen Bereich. Insbesondere sind Materialien notwendig, welche hohen Temperaturen korrosionsfrei standhalten, gut verarbeitbar sind und kostengünstig zur Verfügung stehen. Darüber hinaus wird die Absenkung der Betriebstemperatur von Hochtemperatur-Brennstoffzellen angestrebt. Hier sind noch erhebliche Anstrengungen notwendig. Daneben steht auch hier eine Optimierung der Gesamtsysteme in Bezug auf Langzeitstabilität an. Eine Markteinführung wird erst nach erfolgreicher Demonstration ihrer technischen Reife erfolgen können. Augenblicklich sind noch Vorleistungen zu erbringen, die die momentane Differenz zwischen Marktpreis und den noch hohen Fertigungskosten abdecken.

Die **Kopplung von Hochtemperatur-Brennstoffzellen mit Gasturbinen eröffnet ein attraktives Marktsegment**, da hiermit eine weitere Verbesserung des Gesamtwirkungsgrades und damit eine Verringerung der Emissionen einhergehen. Dies trifft auch auf eine Integration in Kohlegas-GuD-Kraftwerke zu, deren Markteinführung mittelfristig zu erwarten ist. Mit Hilfe der Kohlevergasung könnte eine effizientere Nutzung heimischer Rohstoffe erfolgen, was u.U. Exportchancen (China, Indien) eröffnet.

### *Tragbare Kleingeräte*

Der Energieverbrauch neuer Kleingeräte (z.B. Computer, Cellular Phones) nimmt schneller zu als die Energiedichte neuer Batterien - mit der Folge kürzerer Betriebszeiten. Der **wachsende Energiebedarf dieser Anwendungen** könnte auch durch Mini-Brennstoffzellen-Systeme (z.B. mit Metallhydridspeicher) gedeckt werden. In diesem weiter stark expandierenden Markt haben Brennstoffzellen gute Chancen, erhebliche Marktanteile zu gewinnen. Für tragbare elektrische Kleingeräte sind besonders Niedertemperatur-Brennstoffzellen geeignet. Voraussichtlich werden Membran-Brennstoffzellen (PEMFC) am ehesten die Marktreife erreichen. Direkt-Methanol-Brennstoffzellen (DMFC) haben ebenfalls gute Chancen, befinden sich jedoch zurzeit noch im Laborstadium.

Die **Vorteile von Brennstoffzellen gegenüber Batterien und Akkumulatoren** liegen in deutlich erhöhten netzunabhängigen Betriebszeiten bei effektiver Nutzung eines begrenzten Platzangebotes, einer deutlich höheren Lebensdauer, günstigem Gewicht, flexibler Lastdynamik und relativ niedrigen Betriebstemperaturen. Aufgrund der räumlichen Trennung von Zelle und Brennstoffspeicher kann keine Selbstentladung auftreten. Als Brennstoff für tragbare elektrische Kleingeräte, die mit einer PEMFC ausgestattet sind, ist der Einsatz von reinem Wasserstoff aufgrund der Handlichkeit solcher Systeme vorzuziehen. Die einsetzbaren Metallhydridspeicher sind bis zu eintausendmal wiederbeladbar. Ein wesentlicher Nachteil für PEMFC liegt - neben fehlenden technischen Normen - im Fehlen einer "flächendeckenden" Wasserstoffbereitstellung. Alternativ könnten darum auch haushaltstypische, kohlenstoffstämmige Brennstoffe in Betracht kommen. Für deren Nutzung wären jedoch Mini-Reformer notwendig, an denen bereits gearbeitet wird. Der Direkteinsatz von Methanol in DMFC-Systemen ist energetisch gesehen günstiger als eine erneute Reformierung zu Wasserstoff.

Eine grobe Vergleichsrechnung (Anschaffungs- und Energiekosten) zeigt, dass gegenüber einer Batterie das Brennstoffzellen-System höhere Anschaffungs-



kosten durch seine lange Lebensdauer relativiert. Eine Kostenabschätzung für die einzelnen Komponenten eines Mini-Brennstoffzellen-Systems ergab, dass das Kostenniveau von Li-Ion-Akkumulatoren erreichbar erscheint.

Der Emissionsbeitrag von Mini-Brennstoffzellen wird nicht wesentlich durch den Brennstoffpfad bestimmt, sondern - eher positiv - durch die lange Lebensdauer des Brennstoffzellen-Systems. Deshalb und wegen der teilweisen Recyclingfähigkeit könnten Brennstoffzellen bei einer Substitution von signifikanten Mengen an Akkumulatoren einen wichtigen Beitrag zur Müllvermeidung leisten.

### *Ausblick*

Übergreifend lässt sich festhalten, dass nach heutigem Stand **Energieumwandlungssysteme mit Brennstoffzellen zukünftig konkurrenzfähig** werden können, wenngleich das Erreichen entsprechender Kostenziele ein überaus ehrgeiziges Entwicklungsziel ist. Die Entwicklung von Brennstoffzellen-Systemen lässt Innovationssprünge erwarten - sowohl für die Brennstoffzellen selbst im Bereich der Materialtechnik und der Herstellungsverfahren als auch für die unterschiedlichen Peripherie-Einheiten. Die Weiterentwicklung der Wasserstoffspeicherung (z.B. Nanospeicher) wird allgemein als dringlich angesehen, da sich die Wasserstoffspeicherung für alle Anwendungen (Fahrzeuge, dezentrale Energieversorgung, tragbare Kleingeräte) zunehmend als Schlüsselfaktor herauskristallisiert.

**Entscheidend für die weitere Diffusion** der Brennstoffzellen-Technologie werden die **energie-, umwelt- und verkehrswirtschaftlichen Rahmenbedingungen** sein, da viele Potenziale der Brennstoffzelle erst im Rahmen einer Neuausrichtung des Verkehrssystems sowie der Energiewirtschaft - hin zu einer auf regenerativen Energieträgern basierten Energieversorgung - in vollem Umfang wirksam werden können.

## **1.4 Publikationen und Materialien**

### *TAB-Veröffentlichungen und Materialien*

- TAB-Arbeitsbericht Nr. 67: TA-Projekt "Brennstoffzellen-Technologie" - Endbericht (Autoren: D. Oertel, T. Fleischer), Dezember 2000

- TAB-Arbeitsbericht Nr. 51: Monitoring "Zum Entwicklungsstand der Brennstoffzellen-Technologie" - Sachstandsbericht (Autorin: D. Oertel), September 1997

*In Auftrag gegebene Gutachten*

- Systemvergleich für den Einsatz von Brennstoffzellen in Straßenfahrzeugen (Forschungszentrum Jülich GmbH, Institut für Werkstoffe und Verfahren der Energietechnik [IWV-3], Programmgruppe Systemforschung und Technologische Entwicklung [STE])
- Ökologischer Vergleich von Kraftfahrzeugen mit verschiedenen Antriebsenergien unter besonderer Berücksichtigung der Brennstoffzelle (Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH [ifeu])
- Analyse von Einsatzmöglichkeiten und Rahmenbedingungen verschiedener Brennstoffzellen-Systeme in Industrie und zentraler öffentlicher Stromversorgung (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Institut für Technische Thermodynamik [ITT], Stuttgart)
- Brennstoffzellen-Strategiestudie (L-B-Systemtechnik GmbH, Ottobrunn; Zusammenbeauftragung des Deutschen Bundestages mit der Bewag Aktiengesellschaft und Berliner Gaswerke AG [GASAG], Berlin)
- Stand, Einsatzmöglichkeiten, Chancen und Rahmenbedingungen von Mini-Brennstoffzellen (Fraunhofer-Institut Solare Energiesysteme [ISE], Freiburg)

## **1.5 Projektbearbeiter/in**

Dr. Dagmar Oertel (0 30/2 84 91-1 06)

Torsten Fleischer (0 72 47/82-45 71)

## 2. Bioenergieträger und Entwicklungsländer

### 2.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

In dem TA-Projekt "**Bioenergieträger und Entwicklungsländer**" werden die Chancen und Probleme eines verstärkten Einsatzes von Bioenergieträgern sowie die Auswirkungen auf Klimaschutz und wirtschaftliche Entwicklung untersucht. Es sollen die Gestaltungsmöglichkeiten der Entwicklungs-, Klimaschutz-, Forschungs- und Technologiepolitik in diesem Themenbereich herausgearbeitet werden.

Die Situation in Entwicklungsländern ist in der Regel gekennzeichnet durch wenig entwickelte Volkswirtschaften und einen geringen Technisierungsgrad. Dazu kommt ein erheblicher Mangel an Energie. Der Energiebedarf der Entwicklungsländer wird sich in den nächsten 30 Jahren bei entsprechendem wirtschaftlichen Wachstum voraussichtlich verdoppeln und einen entsprechenden Mehrverbrauch an fossilen Energieträgern nach sich ziehen. Ein verstärkter Energieeinsatz ist zwar einerseits wünschenswert, weil er die Basis ist für höheres Wirtschaftswachstum und steigenden Wohlstand. Zum anderen besteht jedoch die Gefahr, dass es hierdurch zu einem starken Anstieg der Konzentration an klimarelevanten Gasen in der Atmosphäre kommt. Ein verstärkter Einsatz regenerativer Energieträger könnte dazu beitragen, diesen Anstieg zu verringern, aber auch in gewissem Umfang positive Effekte für die ökonomischen und sozialen Strukturen bewirken.

Von besonderem Interesse sind die biogenen Festbrennstoffe, weil hier erhebliche, kurz- bis mittelfristig nutzbare Potenziale zur CO<sub>2</sub>-Reduktion vorhanden sind und neben der Ausweitung der Nutzung und der Einführung neuer Energietechnologien auch die Möglichkeiten der Effizienzsteigerung voraussichtlich eine wichtige Rolle spielen werden. Neben den land- und forstwirtschaftlichen sowie technischen Potenzialen ist insbesondere nach den politischen Potenzialen einer gemeinsamen Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen im Rahmen des Clean Development Mechanism zu fragen, d.h. wie dieser neue Mechanismus und seine Entwicklungsmöglichkeiten für Bioenergieträger im Rahmen der Klima- und Entwicklungspolitik genutzt werden kann.

## 2.2 Stand der Arbeiten

Auf Beschluss der parlamentarischen Berichterstatter des TAB vom 12.02.1998 hat das TAB vorbereitende Untersuchungen zum Thema "Anbau von Ölpflanzen zur Reduktion von CO<sub>2</sub> und der Entwicklung lokaler Wertschöpfung und entsprechender Wirtschaftskreisläufe in der 3. Welt" durchgeführt.

Diese vorbereitenden Untersuchungen hatten die Zielsetzung, einen ersten Überblick über den Sachstand zu geben und die Möglichkeiten zur Durchführung eines TA-Projektes zu prüfen. Hierzu wurden zwei Gutachten vergeben, wobei mit dem Thema "Perspektiven einer energetischen Nutzung organischer Ernte- und Produktionsrückstände in Entwicklungsländern" eine Ergänzung der Fragestellung vorgenommen wurde.

In engem Zusammenhang mit den Inhalten dieser Untersuchungen steht das Thema "Der Einfluss einer verstärkten Förderung bzw. eines verstärkten Einsatzes von regenerativen Energien in Entwicklungsländern auf die Wirtschaft und die Arbeitsmarktsituation in Deutschland", das der Ausschuss für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung im Frühjahr 1999 vorgeschlagen hat.

Anknüpfend an den Vorschlag aus dem Berichterstatterkreis für TA und unter Berücksichtigung des Themas aus dem Ausschuss für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung hat das TAB das **TA-Projekt "Bioenergieträger und Entwicklungsländer"** entwickelt. Dieses TA-Projekt wurde vom **Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung** im Juni 1999 beschlossen. Die Projektbearbeitung begann im Oktober 1999. Den **Endbericht** wird das TAB im Laufe des Jahres 2001 vorlegen.

## 2.3 Ergebnisse

Auf der Basis der bisherigen Auswertung der Gutachten werden nachfolgend wichtige Ergebnisse zusammengefasst.

### *Einsatz und Perspektiven regenerativer Energien in Entwicklungsländern*

Der aktuelle Stand und die Perspektiven der Nutzung erneuerbarer Energien werden anhand eines Vergleichs verschiedener Szenarienanalysen beschrieben. Szenarienanalysen werden auf der Basis von Annahmen und statistisch ermittelten Trends ökonomischer Indikatoren erstellt und müssen dementsprechend interpretiert werden. Gegenwärtig werden weltweit ca. 9,25 Gtoe aus fossilen

und erneuerbaren Energieträgern verbraucht, davon 3,8 Gtoe in den Entwicklungsländern. **Bis zum Jahre 2050 erwartet man weltweit mindestens eine Verdopplung und höchstens eine Vervierfachung der Verbrauchsmenge.** Dabei wird der Energieverbrauch in den Entwicklungsländern stärker zunehmen als in den Industriestaaten. Der Anteil regenerativer Energieträger am Energieträgermix wird sich dem World Energy Council zufolge voraussichtlich von 1,09 auf 3,23 Gtoe erhöhen, was dann nahezu einem Drittel des Gesamtprimärenergieverbrauchs der Entwicklungsländer entspräche.

Innerhalb der Gruppe der erneuerbaren Energien wird der Biomasse zunächst eine größere Bedeutung zugesprochen als der Solarenergie oder der Wind- und Wasserkraft. Alle Szenarioanalysen zeigen, dass es sich um eine "robuste" Entwicklung handelt und in diesem Bereich erhebliche Marktpotenziale erschlossen werden können. Moderate Wachstumsraten werden voraussichtlich die Marktentwicklung bis zum Jahr 2020 kennzeichnen, in der es zunächst wichtig sein wird, Marktpositionen zu besetzen. Danach gehen die Szenarioanalysen von einer zunehmend beschleunigten Ausweitung des Marktes aus, der ein mindestens ebenso großes Volumen haben wird wie der von Anlagen, die mit fossiler Energie betrieben werden.

#### *Nutzung von Bioenergieträgern in Entwicklungsländern*

In den Entwicklungsländern werden **Biofestbrennstoffe** vor allem in Form von Holz, Nebenprodukten aus der landwirtschaftlichen Produktion (Ernterückstände) und Tierdung genutzt. Dabei ist Holz der mit Abstand bedeutendste biogene Energieträger. Teilt man die Entwicklungsländer in drei Regionen (Afrika, Lateinamerika einschl. Karibik, Asien) auf, stellt man fest, dass Biomasse in sehr unterschiedlicher Form und Menge genutzt wird. Der Biomasseanteil am Energieträgermix liegt in Lateinamerika dreimal und in Afrika zweimal so hoch wie in Asien. **Unter den drei genannten Biomassefraktionen dominiert Holz** (bzw. Holzkohle) in allen drei Regionen. Ernterückstände werden vor allem in Asien energetisch genutzt, wobei besonders in Lateinamerika von einem hohen ungenutzten Potenzial ausgegangen wird. In vielen Entwicklungsländern und besonders in Brasilien gewinnt die energetische Nutzung von Bagasse aus der Zuckerrohrverarbeitung an Bedeutung. Auch Tierdung wird v.a. in den Teilen Asiens genutzt, in denen höherwertige Brennstoffe entweder nicht oder nur unzureichend vorhanden sind.

Betrachtet man die einzelnen Wirtschaftssektoren in den drei Regionen, wird deutlich, dass ein Großteil der Biomasse in **privaten Haushalten zum**

**Kochen und Heizen** verwendet wird. Die gewerbliche Nutzung von Biomasse ist jedoch nicht unbedeutend, und viele landwirtschaftliche Betriebe, Brauereien sowie Ziegelbrennereien u.ä. sind auf Biomasse als Primärenergiequelle angewiesen.

**Herde, Brenner und Öfen sind die gängigen Konversionstechniken zur Umwandlung von Primär- zu Nutzenergie in den Entwicklungsländern**, und ein wichtiger Indikator für die Nutzung von Biomasse ist die Effizienz dieser Anlagen. Dabei lässt sich beobachten, dass entsprechend der wirtschaftlichen Entwicklung die Nutzungsgrade dieser Technologien in Lateinamerika durchschnittlich am höchsten (bis zu 35 %) und in Afrika am niedrigsten (bis zu 21 %) sind. In der Vergangenheit wurde vielfach versucht den durchschnittlichen Nutzungsgrad der Anlagen durch die gezielte Verteilung verbesserter Herde und Öfen anzuheben. Diese Strategie war aber nur bedingt erfolgreich, da die neuen Technologien oft nicht kulturell angepasst waren oder technische Mängel aufwiesen.

Der Einsatz von Biofestbrennstoffen muss sowohl heute als auch in Zukunft im Zusammenhang mit der Nutzung fossiler Energieträger gesehen werden. In den meisten Entwicklungsländern mit Ausnahme einiger afrikanischer Staaten (z.B. Simbabwe) dominiert der Anteil fossiler Energieträger am Gesamtenergiemix. In allen drei Regionen wird in den nächsten Jahren ein moderates wirtschaftliches Wachstum und infolgedessen auch ein Anstieg des Energieverbrauchs erwartet. Besonders in Asien und Afrika erhöht sich dieser Verbrauch zusätzlich durch die schnell wachsende Bevölkerung. In diesem Zusammenhang liegt der **Vorteil der Biofestbrennstoffe** darin, dass sie **Energie weitgehend ohne die zusätzliche Emission von Kohlendioxid** und anderen klimawirksamen Gasen bereitstellen. Schon heute werden große Mengen Kohlendioxid durch den Einsatz von Bioenergieträgern vermieden.

**Weltweit stehen ca. 104 EJ/Jahr an Energie aus Biofestbrennstoffen zur Verfügung.** Zurzeit wird aber nur ein Drittel dieser Menge energetisch genutzt. Dabei ist zu bedenken, dass Biofestbrennstoffe nicht immer dort verfügbar sind, wo sie benötigt werden. So gibt es in Asien kaum ungenutztes Biomassepotenzial, und vielerorts treten sogar ökologische Schäden durch Übernutzung der Wälder auf. Allenfalls in Afrika gibt es noch Regionen, in denen Biomasse im Übermaß vorhanden ist. Im Sinne einer nachhaltigen energetischen Nutzung des Biomassepotenzials sollten daher zwei unterschiedliche Ziele verfolgt werden. Auf der einen Seite muss v.a. regional für Nachhaltigkeit in der Bereitstellung von Biofestbrennstoffen gesorgt sein, d.h. es darf nicht mehr Biomasse verbraucht werden als nachwächst und Wälder müssen ggf. entsprechend

bewirtschaftet werden. Auf der anderen Seite muss die Effizienz in der Energiekonversion gesteigert werden, um die Verbrauchsmenge zu reduzieren.

**Ölpflanzen und insbesondere Ölpalmen** sind die zweite Kategorie von Bioenergieträgern, die im Rahmen des TA-Projekts untersucht wurden. Neben ihrer Bedeutung als Nahrungsmittelfette und in der oleochemischen Industrie hat v.a. die energetische Nutzung von Pflanzenölen an Bedeutung gewonnen und ansatzweise zur Substitution von fossilen Energieträgern geführt. Weltweit konnte die Produktion von Pflanzenölen in den letzten 30 Jahren um fast 250 % gesteigert werden.

Ölpalmen werden v.a. in West- und Äquatorialafrika, Südostasien und Mittel- bzw. Südamerika angebaut und zeichnen sich durch vergleichsweise hohe Erträge bei niedrigem Düngaufwand aus. Sowohl in der Produktion als auch in der Verarbeitung, also der Extraktion von Palm- und Palmkernöl, hat sich eine eher industrielle Produktionsform durchgesetzt. Die kleinbäuerliche Produktion ist jedoch trotz des geringeren Ertragsniveaus wirtschaftlich relevant und wird als förderungswürdig erachtet, da sie geringere Umweltbelastungen verursacht.

Sowohl die industrielle als auch die kleinbäuerliche Produktion kann hinsichtlich der energetischen Effizienz durch die Nutzung von Neben- und Sekundärprodukten (z.B. Frucht- und Steinschalen und Ölmühlenabwässer) erheblich optimiert werden.

Ein Potenzial zur Minderung von Emissionen durch die energetische Nutzung von Pflanzenölen wird v.a. in der **Substitution von flüssigen Energieträgern im Transportsektor** gesehen. Zu diesem Zweck kann Pflanzenöl entweder direkt oder in veränderter Form, z.B. durch Mineralölraffineriekonversion oder Veresterung als Kraftstoff, nutzbar gemacht werden.

**Eine Ausweitung der Pflanzenölproduktion hängt von einer Vielzahl verschiedener Faktoren ab.** Ökonomisch betrachtet konkurriert der Preis für Pflanzenöl mit dem Ölpreis, und da Kraftstoffe fossilen Ursprungs vielerorts subventioniert werden, ist Pflanzenöl bisher nur in Einzelfällen konkurrenzfähig. Ein Konkurrenzverhältnis besteht auch zwischen der energetischen Nutzung von Pflanzenöl und dessen Funktion als Nahrungsmittel. Eine Preissteigerung infolge einer politisch induzierten, erhöhten Nachfrage nach Pflanzenöl für die energetische Nutzung würde die ohnehin schon prekäre Ernährungssituation v.a. in Pflanzenöl importierenden Ländern (z.B. China und Indien) verschärfen.

Schließlich sind einer Erhöhung der Pflanzenölproduktion durch den Mangel an geeigneten Flächen Grenzen gesetzt. Ökologisch vertretbar ist nur eine Ausdehnung des Anbaus auf marginalisierten Flächen wie z.B. Savannen oder

die Umwidmung von Flächen, die ohnehin schon landwirtschaftlich genutzt werden. Ferner ist eine Steigerung des Ertragsniveaus durch Verfahrensoptimierung und Züchtung verbesserter Sorten denkbar. Langfristig stellt sich in einigen Ländern zusätzlich die Frage nach der Verfügbarkeit von landwirtschaftlichen Arbeitskräften. **Verglichen mit den Biofestbrennstoffen stehen der energetischen Nutzung von Pflanzenölen ungleich mehr Probleme im Weg.** Das Potenzial zur Emissionsminderung liegt zudem weit niedriger als im Falle der Biofestbrennstoffe oder der Biogastechnologie.

**Die Vorteile der Biogastechnologie liegen in ihrem doppelt positiven Beitrag zur Reduzierung der Klimagasemissionen.** In einem Fermenter werden organische Abfälle und Exkrememente unter Sauerstoffabschluss vergärt und es entsteht ein Gasgemisch mit 60-70 % Methangehalt. Dabei werden zum einen die klimawirksamen Emissionen beim natürlichen Verfall dieser Materialien vermieden und zum anderen fossile Brennstoffe durch die Nutzung des Gases substituiert. Dieses Biogas kann ebenso wie Erdgas zum Heizen, Kochen sowie zum Betreiben von Motoren bzw. Blockheizkraftwerken genutzt werden. Besonders in Asien, aber auch in Lateinamerika und in einigen Gebieten Westafrikas, wird diese Technologie erfolgreich eingesetzt. Ihrer Verbreitung sind aber durch klimatische Bedingungen und die Verfügbarkeit von Gärsubstraten Grenzen gesetzt. Der Kontakt mit Fäkalien ist zudem in einigen Kulturen mit einem schlechten Image verbunden.

**In China und Indien ist die Biogastechnologie besonders im kleinbäuerlichen Bereich verbreitet.** Zusammengenommen gibt es in diesen beiden Ländern ca. 8 Mio. Biogasanlagen. In Indien konnten im Jahre 1996 6 Mio. Tonnen Brennholz durch Biogas ersetzt werden. In allen Entwicklungsländern muss die Biogastechnologie jedoch technologisch und verfahrenstechnisch weiter optimiert werden. Oftmals führen technische Mängel, unzureichende Wartung und mangelnde Kompetenz der Betreiber zu Ausfällen. In den beiden oben genannten Ländern gehört die Biogastechnologie heute zum technologischen Standard. In Zukunft wird jedoch ein erhöhter Bedarf an Verfahrenslösungen für die Behandlung von Abwässern aus der Nahrungs- und Biorohstoffindustrie erwartet. Die geeigneten Technologien dafür sind aber bisher nur in einigen Industrieländern vorhanden, so dass hier in Zukunft ein Potenzial für technische Zusammenarbeit gesehen wird.



### *Umsetzungsrestriktionen*

Der **Förderung von Bioenergieträgern** im Allgemeinen und der **Umsetzung von Projekten in der Entwicklungszusammenarbeit** im Speziellen **steht eine Vielzahl von technischen und nicht-technischen Hemmnissen im Weg**. Diese ergeben sich teils aus den gegenwärtigen und zukünftigen Veränderungen im Energiebereich und teils aus den sehr heterogenen ökonomischen, ökologischen und sozialen Bedingungen in den Entwicklungsländer. In der Vergangenheit traten **technische Hemmnisse** vor allem dann auf, wenn versucht wurde, Technologien ohne Rücksicht auf klimatische Bedingungen, Produktionstechniken oder mangelnde Infrastruktur in Entwicklungsländern einzuführen. **Nicht-technische Hemmnisse** hingegen sind vielfach komplexer. Man unterscheidet ökonomische, ökologische, soziokulturelle und politisch/institutionelle Bereiche und meint damit die jeweiligen Umstände, mit denen sich eine Strategie z.B. zur Förderung von Bioenergie auseinandersetzen muss. Die meisten Vorschläge zum Abbau von nicht-technischen Hemmnissen beziehen sich auf den Umgang mit den soziokulturellen Gegebenheiten eines Landes bzw. einer Zielregion, eine bessere Ausbildung von Fachpersonal und Anwender(innen) sowie auf die Verbesserung der politischen und institutionellen Rahmenbedingungen für den Energieeinsatz.

Bioenergieträger dürfen in diesem Zusammenhang nicht als eine homogene Gruppe von Energieträgern betrachtet werden. Eine individuelle Auseinandersetzung mit den im Einzelnen behandelten Bioenergieträgern zeigt, dass sich die optimalen Einsatzbedingungen für Biofestbrennstoffe, Pflanzenöl und Biogas unter Einbeziehung von soziokulturellen Kriterien z.T. sehr stark unterscheiden. Da optimale Lösungen von Energieproblemen zumeist den gleichzeitigen Einsatz mehrerer Technologien erfordern, erscheint es nicht sinnvoll, einseitige Förderungsstrategien für Bioenergieträger zu verfolgen.

### *Auswirkungen einer verbesserten und verstärkten Nutzung von Bioenergie*

Einer der entscheidenden Gründe für die Förderung von Bioenergieträgern ist die Vermeidung von Klimagasemissionen, so dass die positiven ökologischen Auswirkungen einer verbesserten und verstärkten Nutzung von Bioenergie im Vordergrund stehen. Besonders im Falle Asiens und Lateinamerikas kann in Zukunft ein großer Beitrag zur Reduzierung von klimawirksamen Gasen wie zum Beispiel Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Lachgas (N<sub>2</sub>O) und Methan (CH<sub>4</sub>) geleistet werden. Durch den Einsatz von **Biofestbrennstoffen** werden schon heute ca.

1.300 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> vermieden. Im optimalen Fall, also bei Ausnutzung des gesamten technischen Potenzials und einer nachhaltigen Bewirtschaftung der entsprechenden Brennstoffressourcen, geht man von ca. 3.580 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr aus, die durch die Nutzung von Biofestbrennstoffen eingespart werden könnten. Da die Klimawirksamkeit von Methan und Lachgas um ein Vielfaches höher ist als die von Kohlendioxid, müssen die Emissionsfaktoren dieser beiden Gase bei der Entwicklung von verbesserten Technologien mit berücksichtigt werden.

Im **Ölpflanzenanbau** werden Emissionen direkt durch landwirtschaftliche Aktivität und die dafür benötigten Betriebsmittel und indirekt durch die Freisetzung von Lachgas aus stickstoffhaltigen Düngemitteln verursacht. In der Weiterverarbeitung des Pflanzenöls entstehen je nach Verfahren unterschiedlich hohe Emissionen und abhängig vom Umfang der energetischen Nutzung von Nebenprodukten fallen die entsprechenden ökologischen Bilanzen dieser Verfahren aus. Grundsätzlich ist festzustellen, dass das Potenzial von Pflanzenöl zur Minderung der Klimagasemissionen mit weltweit 40 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr erheblich niedriger liegt als bei den Biofestbrennstoffen. Zudem hängt eine positive Emissionsbilanz von Palm- und Palmkernöl, aber auch von anderen Pflanzenölen, in der energetischen Nutzung in hohem Maße von der Gestaltung des Verarbeitungsprozesses und der Standortwahl ab, weshalb diese so optimal wie möglich gestaltet bzw. getroffen werden müssen. Bisher wird Pflanzenöl nur in sehr beschränktem Maße energetisch genutzt, so dass kaum Erfahrungen über den großflächigen Einsatz vorliegen.

Das Ziel der **Biogasnutzung** in Entwicklungsländern ist es, einen mangels Energieinfrastrukturen oder Energieträgern nicht gedeckten Energiebedarf zu befriedigen oder traditionelle Brennstoffe und gesundheitsschädigende Energieumwandlungstechniken zu ersetzen. Vor allem in Asien wird die Biogastechnologie diesen Anforderungen durchaus gerecht. Die Biogastechnologie bringt noch weitere Vorteile wie die Verminderung von Hygieneproblemen und Geruchsemissionen sowie die bessere Verfügbarkeit von Pflanzennährstoffen mit sich. Während diese Umweltaspekte in den Entwicklungsländern bislang eher wenig förderrelevantes Gewicht besitzen, genießen sie bei Anwendern in Industriestaaten einen mindestens ebenso großen Stellenwert wie die Substitution zugekaufter fossiler Energie. Problematisch gestaltet sich die Verbreitung der Biogastechnologie, wenn sie nicht oder nur schwer mit kulturellen Werten vereinbar ist. Der Erfolg einer Strategie zur Förderung der Biogastechnologie unter Umweltschutzgesichtspunkten steht und fällt also mit dem Grad der Technologieanpassung an soziokulturelle Gegebenheiten.

**Die sozio-ökonomischen Auswirkungen der Nutzung von Bioenergieträgern sind in Industrie- und Entwicklungsländern gleichermaßen multidimensional und komplex.** Die sich aus einer verstärkten Biomassenutzung in Entwicklungsländern ergebenden Auswirkungen auf die Ökonomie in Industrieländern sind dabei besonders schwierig abzuschätzen. Von einer qualitativen Verbesserung der Energieversorgung für arme Haushalte wird eine Verbesserung der Lebensqualität und eine Verbesserung der Einkommensmöglichkeiten erwartet. Der Zugang zu modernen Energieträgern ist für diese Bevölkerungsschichten besonders problematisch, da sie nicht nur über weniger Kaufkraft verfügen, sondern meist in schwerer erschließbaren Gegenden leben (auf dem Land oder in ungeplanten Siedlungen), in denen der Zugang zu modernen Energieträgern entsprechend teurer und oft auch kompliziert ist.

Die spezifischen kulturellen Anpassungsschwierigkeiten beim verstärkten Einsatz einzelner Technologien dürfen dabei nicht unterschätzt werden, da sich wirtschaftliche Rahmenbedingungen meist schneller verändern als gewachsene soziale und kulturelle Strukturen. **An die politische und institutionelle Ausgestaltung von Rahmenbedingungen sind auch deshalb besonders hohe Anforderungen hinsichtlich der langfristigen Planung und Regelung der Energieversorgung gestellt.**

Die verstärkte Nutzung von Bioenergieträgern in Entwicklungsländern kann sich entweder direkt oder indirekt v.a. aber ökonomisch auf Industrieländer auswirken. Ein **direkter Nutzen** ergäbe sich aus einem wachsenden Markt für moderne und Großtechnologien im Bereich der Biofestbrennstoffe und Biogase. **Indirekte Auswirkungen** hätte langfristig eine Linderung der u.a. durch Energiemangel bedingten Armutssituation in vielen Entwicklungsländern. Ein steigender Lebensstandard und politische Stabilität beispielsweise beeinflussen in der Regel den internationalen Handel und das Investitionsklima positiv.

#### *Gemeinsame Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen*

Unter den im Kyoto-Protokoll vorgesehenen Instrumenten für den internationalen Klimaschutz spielt vor allem der Clean Development Mechanism (CDM) für die Förderung von Bioenergieträgern in Entwicklungsländern eine Rolle. Dieser erlaubt den Industrieländern die Anrechnung der Emissionsverringerung aus Projekten in Entwicklungsländern und resultiert aus der Tatsache, dass die Verminderung von Emissionen in vielen Entwicklungsländern kostengünstiger zu bewerkstelligen ist als in den Industrieländern selbst.

**Der CDM kann nicht isoliert von einem System des internationalen Handels mit Emissionsrechten betrachtet werden**, sondern stellt vielmehr einen integrierten Bestandteil eines solchen dar. Deshalb hängt die erfolgreiche Einführung dieses Instruments wesentlich vom Verlauf der internationalen Verhandlungen zum Klimaschutz ab. Ökonomisch betrachtet ist mit dem CDM im Rahmen eines internationalen Handels mit Emissionsrechten ein effizientes Mittel zur Erreichung von Emissionsreduktionen gegeben, dass nicht zuletzt auch von der Industrie in den entwickelten Ländern positiv beurteilt wird. **Ob der CDM aber auch, wie von vielen Entwicklungsländern gefordert, zur Entwicklung in den Gastgeberländern führt, hängt von seiner institutionellen Ausgestaltung ab.** Letztere ist bis heute Gegenstand der politischen Verhandlungen, und obwohl schon heute CDM-Pilotprojekte durchgeführt werden, sind noch viele Fragen (z.B. Vertragsgestaltung, Monitoring und Sanktionsmaßnahmen sowie die Art der zugelassenen Projekte) zu klären.

## 2.4 Publikationen und Materialien

### *In Auftrag gegebene Gutachten zu den vorbereitenden Untersuchungen*

- Ölpflanzenanbau zur CO<sub>2</sub>-Reduktion in der Dritten Welt (Dr. Christine Rösch; Karlsruhe)
- Perspektiven der energetischen Nutzung organischer Ernte- und Produktionsrückstände in Entwicklungsländern - ein Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Reduktion und zur Stärkung regionaler Kreisläufe? (Dr. Martin Kaltschmitt; Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung [IER], Universität Stuttgart)

### *In Auftrag gegebene Gutachten zur Hauptstudie*

- Einsatz und Perspektiven regenerativer Energien in Entwicklungsländern (Prof. Dr. Peter Hennicke; Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie)
- Entwicklungspotenziale, Fördermöglichkeiten, Barrieren und Folgen der energetischen Nutzung land- und forstwirtschaftlicher Biofestbrennstoffe (Dr. Martin Kaltschmitt; Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung [IER], Universität Stuttgart)
- Nutzung von Ölpflanzen als Energieträger (Prof. Dr. Joachim Sauerborn; Institut für Pflanzenproduktion und Agrarökologie der Tropen, Universität Hohenheim)

- Biogasnutzung in Entwicklungsländern (Dr. Christine Rösch; Karlsruhe)
- Clean Development Mechanism: Ziele, Struktur, Nutzung und Entwicklungspotenziale der gemeinsamen Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen (Dr. Axel Michaelowa; HWWA-Institut für Wirtschaftsforschung, Hamburg)
- Nichttechnische Hemmnisse und Umsetzungsrestriktionen bei einer verstärkten und verbesserten Nutzung von Bioenergieträgern in Entwicklungsländern (Prof. Dr. Joachim von Braun; Zentrum für Entwicklungsforschung [ZEF], Bonn)

## 2.5 Projektbearbeiter

Dr. Rolf Meyer (0 30/2 84 91-1 05)

# 3. Elemente einer Strategie für eine nachhaltige Energieversorgung

## 3.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Der Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung hat das TAB mit der Bearbeitung der Themen "**Elektrizitätsversorgung in Deutschland während eines Ausstiegs aus der Kernenergienutzung und danach**" und "**Perspektiven regenerativer Energieträger**" beauftragt. Das Vorhaben wurde im Juli 1999 begonnen.

Das Thema "Kernenergieausstieg" wurde von der Fraktion der F.D.P. vorgeschlagen. Es sollen untersucht werden, welche Auswirkungen ein Kernenergieausstieg auf Wirtschaft, Umwelt, Beschäftigung und Versorgungssicherheit haben könnte. Insbesondere sollte der Frage nachgegangen werden, mit welchen Energiequellen und -techniken für stillgelegte Kernkraftwerke Ersatzstromquellen geschaffen werden könnten. Das Thema "Perspektiven regenerativer Energien" geht auf Anregungen der **Fraktionen von CDU/CSU und Bündnis 90/DIE GRÜNEN** sowie des **Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit** zurück. Als Ziel wurde formuliert, den aktuellen Diskussionsstand und offene Fragestellungen zur verstärkten Nutzung regenerativer Energiequellen in Deutschland sowie deren Einbettung in übergreifende energie- und umweltpolitische Themenfelder herauszuarbeiten.

## 3.2 Stand der Arbeiten

Aufgrund der engen thematischen Verflechtung beider Themen erfolgte - auch aus Gründen der Praktikabilität - eine zusammenfassende Darstellung beider in einem Bericht. Die vorliegende Bearbeitung hat den **Charakter einer Vorstudie**. Der Untersuchungsrahmen umfasst ausgewählte Aspekte, **die wesentliche "Bausteine" bei der Ausgestaltung einer Strategie für eine nachhaltige Energieversorgung darstellen**, und insbesondere solche, bei denen noch weiterer Untersuchungsbedarf besteht. Der Bericht zur Vorstudie wurde Ende 2000 abgeschlossen.

## 3.3 Ergebnisse

**Ausgangspunkt der Untersuchung** ist eine vom Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart für das TAB durchgeführte **vergleichende Analyse ausgewählter wissenschaftlicher Studien zu den energieseitigen, ökologischen und gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen eines Ausstiegs aus der Nutzung der Kernenergie in Deutschland**. Diese Analyse zeigt, dass die Ergebnisse der Studien wegen der zum Teil erheblichen Unterschiede in den methodischen Ansätzen, den ergebnisbestimmenden Annahmen, der Festlegung von Ausstiegsszenarien und Referenzentwicklungen **nicht oder nur sehr eingeschränkt vergleichbar sind** und dass **eine einheitliche Gesamtaussage zu den zu erwartenden Auswirkungen eines Kernenergieausstiegs nicht ableitbar ist**.

Die weitaus meisten der in die vergleichende Analyse einbezogenen "Ausstiegsstudien" richten den Fokus auf die Ermittlung der Konsequenzen eines **kurzfristigen Ausstiegs** (bis 2005), und es werden in der Regel **kostenminimierende Ersatzstrategien** - unter Vernachlässigung externer Kosten und Nutzen - untersucht. Bei solchen Prämissen kommen diese "Ausstiegsstudien" natürlich zwangsläufig zu dem Schluss, dass die erneuerbaren Energien und die Energie- und Stromeinsparung nur einen sehr geringen Beitrag zum Ersatz der Kernenergie leisten können. Sie sind daher für eine aus heutiger Sicht realistische Diskussion über strategische Optionen für eine nachhaltige Energieversorgung in Deutschland weitgehend unbrauchbar.

Von daher erscheint die vom IER erhobene Forderung, eine methodisch wesentlich verbesserte "Ausstiegsstudie" zu erstellen, als verständlich. Angesichts des gegenwärtigen Standes der Diskussion um die Beendigung der Kernenergie-

nutzung dürfte die Durchführung einer neuen umfangreichen "Ausstiegsstudie" aber nicht vordringlich sein. Dringend erforderlich sind dagegen vertiefenden Untersuchungen zu den Potenzialen, Einsatzbedingungen, Fördermöglichkeiten und Auswirkungen derjenigen strategischen Optionen, die **auf jeden Fall** von zentraler Bedeutung für eine langfristig nachhaltige Energieversorgung in Deutschland sein werden. Dabei handelt es sich in erster Linie um die Intensivierung der Bemühungen zur Einsparung von Energie und um die verstärkte Nutzung der bedeutenden Potenziale der regenerativen Energien. Zu überprüfen sind aber auch die Möglichkeiten und Probleme eines **verstärkten Einsatzes fossiler Energieträger**, insbesondere von **Erdgas**. Mit diesen Optionen befassen sich die weiteren Kapitel dieses Berichtes, wobei besonderes Gewicht auf die Herausarbeitung vorrangiger Untersuchungs- und Forschungsfragen gelegt wird.

### *Stromeinsparung*

Ein sparsamerer Umgang mit Strom bzw. Energie generell ist einer der zentralen Ansatzpunkte, wenn die Energieversorgung auf eine nachhaltig zukunftsverträgliche Basis gestellt werden soll. Verschiedene Szenarienrechnungen zeigen eindeutig das **große Potenzial zur Stromeinsparung und CO<sub>2</sub>-Reduktion auf, das in allen Verbrauchssektoren zur Verfügung steht**. Je nach Rahmenbedingungen und Intensität des energiepolitischen Handelns wird eine Verringerung des gesamten Stromverbrauchs bis zum Jahr 2020 um 10 % bis 30 % gegenüber der "Business as usual"-Entwicklung für möglich gehalten. Im Sektor "Haushalte" sind dabei mit bis zu 60 % die größten Einsparpotenziale vorhanden, aber auch in den Sektoren "Gewerbe, Handel, Dienstleistungen" (44 %) und "Industrie" (18 %) sind bedeutende wirtschaftlich erschließbare Potenziale zu verzeichnen.

Der Ausschöpfung dieser Einsparpotenziale **stehen allerdings in allen Verbrauchssektoren eine ganze Palette von Hemmnissen und Marktunvollkommenheiten entgegen**. Eine bedeutende Rolle spielen beispielsweise das geringe Strompreisniveau, wodurch forcierte Aktivitäten und Investitionen für eine Verbesserung der Energieeffizienz behindert werden, und ungenügende Kenntnisse über bestehende Möglichkeiten zur Energieeinsparung. An diesen und anderen Hemmnissen müssten **energiepolitische Instrumente und zu ergreifende Maßnahmen ansetzen**. Das immer stärker wettbewerblich organisierte energiewirtschaftliche Umfeld macht außerdem notwendig, dass die gewählten Instrumente diesen neuen Rahmenbedingungen angepasst werden.

**Prioritärer Forschungsbedarf** im Bereich der Stromeinspar-Strategie liegt nach Auffassung des TAB in der Untersuchung der wachsenden "**Internet Economy**" und ihrer Auswirkungen auf den Energieverbrauch. Daneben erscheint die **Verstärkung der Motivations- und Entscheidungsforschung** zur Untermauerung einer solchen Strategie vordringlich.

#### *Verstärkter Einsatz fossiler Energieträger*

Eine vieldiskutierte Möglichkeit, zur Deckung einer durch auslaufende Kernenergienutzung entstehenden zukünftigen Energieversorgungslücke beizutragen, wäre die Intensivierung des Einsatzes fossiler Energieträger. Abgesehen von der Problematik dieser Option im Hinblick auf die damit verbundene Umweltbelastung, auf die in dieser Untersuchung nicht näher eingegangen wird, würde dies bedeuten, dass die Reichweiten von Erdöl und Erdgas, die bereits heute als vergleichsweise gering eingestuft werden, bei deutlichen Bedarfszuwächsen sich bereits in naher Zukunft weiter verkürzen würden. Der Schwerpunkt der Überlegungen zu dieser Option wird daher auf die **Reichweitenproblematik bei Erdöl und Erdgas** gelegt.

Die zukünftige Versorgungssituation bei Erdöl und Erdgas wird auch in Fachkreisen keineswegs übereinstimmend beurteilt. Unterschiede im "Reporting" der Reserven und Ressourcen von Erdöl und Erdgas resultieren neben technisch-wirtschaftlichen und politischen Faktoren vor allem aus einer unterschiedlichen Gewichtung von Datenquellen. Ausgewiesene "Zunahmen" der Reserven gehen immer mehr auf **nachträgliche, von Neufunden entkoppelte Neubewertungen zurück**.

Angaben über die Reichweiten von Energierohstoffen **haben nur begrenzte Aussagekraft**. Ein entscheidenderes Maß für strukturelle Veränderungen ist der Zeitpunkt, ab dem aus technischen und ökonomischen Gründen die Produktion von Erdöl bzw. Erdgas nicht weiter erhöht werden kann. Ab diesem Punkt, wenn etwa die Hälfte des verfügbaren Erdöls bzw. Erdgases verbraucht sein wird, könnte eine wachsende Nachfrage nicht mehr durch den kurzfristigen Ausbau der Fördermengen ausgeglichen werden. Der **Zeitpunkt des Erreichens des "Depletion mid-point" ist allerdings umstritten**.

Zur Schließung einer möglicherweise auftretenden Deckungslücke beim konventionellen Erdöl bietet sich unter anderem die **verstärkte Nutzung von Erdgas** an. Die sich bereits abzeichnende Nutzungskonkurrenz verschiedener Marktsegmente beim Erdgas würde dadurch verschärft werden. Es erscheint



daher **notwendig zu untersuchen, ob sich aus nationaler Sicht schwerwiegende und folgenreiche Engpässe bei der Erdgasversorgung ergeben könnten.**

**Weiterer prioritärer Untersuchungsbedarf** besteht hinsichtlich der **Entwicklung marktfähiger Techniken zur Förderung von Methanhydraten** und der Analyse möglicher **Auswirkungen einer solchen Förderung auf Klima und Umwelt.**

#### *Erhöhung des Anteils regenerativer Energieträger*

Eine weitere zentrale Option besteht darin, den Anteil regenerativer Energieträger an der nationalen Energieversorgung signifikant zu erhöhen. Das **theoretische Potenzial solcher Energiequellen beläuft sich auf ein Vielfaches des jährlichen Weltenergieverbrauchs**, seine Nutzbarkeit wird aber durch Besonderheiten der regenerativen Energiebereitstellung (z.B. Ortsgebundenheit, konkurrierende Flächenbeanspruchung, variierende Verfügbarkeit der Energiedarbietung) eingeschränkt. Der Schwerpunkt wird hier zunächst auf das **technische Potenzial** regenerativer Energieträger (Wasser- und Windkraft, Bioenergieträger, Sonnenenergie und Erdwärme) in Deutschland gelegt. Thematisiert werden die **zeitliche und räumliche Angebotsstruktur**, Möglichkeiten eines **zeitlichen und mengenmäßigen Ausgleichs von regenerativem Energieangebot** sowie **nachfrageseitige Ausgleichseffekte.**

Im Ergebnis wird festgehalten, dass **das bedeutende technische Potenzial regenerativer Energieträger in Deutschland derzeit bei weitem noch nicht ausgeschöpft ist.** Regenerative Energieträger weisen Besonderheiten in der Angebotsstruktur auf. Bei einem deutlichen Ausbau der regenerativen Energieerzeugung würde der **Anteil fluktuierender Energieträger (insbesondere Sonne und Wind) zunehmen.** Es bestehen jedoch Möglichkeiten, **Energieangebot und -nachfrage besser aufeinander abzustimmen** (z.B. zeitliche Verlagerung der elektrischen Last beim Verbraucher, zeitlich ausgewogene Angebotsprofile und räumlich günstige Verteilung des Stromangebotes durch Nutzung aller verfügbaren Energiequellen in einem ausgewogenen Mix, Import regenerativen Stroms). Eine deutliche Erhöhung des Anteils regenerativer Energieträger würde die bereits vorhandene **Tendenz zum Betrieb vieler dezentraler, kleinerer Anlagen mit zunehmenden Mengen dezentral eingespeisten Stroms** verstärken.

Ausführlich diskutiert werden die **potenziellen technischen Auswirkungen eines Ausstiegs aus der Kernenergie im Erzeugungssektor** (Einflüsse auf Erzeugungszuverlässigkeit und Regelungskonzepte) und im **Netzsektor** (Einflüsse

auf Netzbelastung und -zuverlässigkeit, Spannungsqualität und Netzverluste) bei verstärkter Nutzung dargebotsabhängiger Energieträger.

Die regenerativen Energien haben im Wettbewerb mit der konventionellen Stromerzeugung immer noch einen schweren Stand. Dies liegt auch daran, dass die negativen Umweltauswirkungen der Stromerzeugung von der Gesellschaft als Ganzes getragen werden und sich insbesondere nicht in den Strompreisen widerspiegeln. **Trotz erheblicher Fortschritte in den letzten Jahren brauchen die regenerativen Technologien daher eine spezielle Förderung, um ihren weiteren Ausbau sicherzustellen.** Dies gilt umso mehr, als sich die Bundesrepublik Deutschland das im internationalen Vergleich ambitionierte politische Ziel gesetzt hat, bis zum Jahr 2010 den Anteil regenerativer Energien an der Stromerzeugung mindestens zu verdoppeln. Eine zentrale Fragestellung lautet daher, **mit welchen Instrumenten man die Förderung regenerativer Energien im liberalisierten Strommarkt effektiv, effizient und marktkonform vorantreiben kann.**

Um diese Diskussion auf eine fundierte Basis zu stellen, wurde ein **Kriterienraster** entwickelt, anhand dessen die **Bewertung der unterschiedlichen Instrumente** in Bezug auf ihre Eignung, das Ziel einer Erhöhung des Anteils regenerativer Energieträger in der Stromerzeugung zu befördern, vorgenommen werden kann. Sowohl **hoheitliche** (Stromsteuer, Einspeise- sowie Quotenregelung) als auch **freiwillige Instrumente** ("Grüne Angebote") wurden in die Untersuchung einbezogen.

Zur Option "Erhöhung des Anteils regenerativer Energieträger" gibt es **umfangreichen Untersuchungsbedarf**. Prioritäre Felder sind nach Auffassung des TAB:

- die technische Weiterentwicklung und Erprobung von bisher in Deutschland unterrepräsentierten Stromerzeugungstechnologien, z.B. **Offshore-Windkraftanlagen** und **Geothermie**,
- die mit einer **verstärkten Netzintegration** von Elektrizität aus regenerativen, insbesondere **dargebotsabhängigen Energieträgern** und der Einführung neuer Versorgungsstrukturen verbundenen **technischen Fragestellungen und FuE-Erfordernisse**,
- der Einfluss der **europäischen Integration** und der **Liberalisierung der Energiemärkte** auf die **Handlungsmöglichkeiten des nationalen Gesetzgebers** in der Energiepolitik und

- die **Wechselwirkungen zwischen verschiedenen umweltpolitischen Instrumenten** zur Förderung der Nutzung regenerativer Energieträger im liberalisierten Strommarkt.

### 3.4 Publikationen und Materialien

#### *TAB-Veröffentlichungen*

- TAB-Arbeitsbericht Nr. 69: TA-Projekt "Elemente einer Strategie für eine nachhaltige Energieversorgung" - Vorstudie (Autoren: T. Fleischer, R. Grünwald, D. Oertel, H. Paschen), Dezember 2000

#### *In Auftrag gegebene Gutachten*

- Aufarbeitung und vergleichende Analyse bereits vorliegender Studien zum Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie (Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung [IER], Stuttgart)
- Analyse vorliegender Arbeiten zu Potenzialen und Strategien der Einsparung elektrischer Energie in Deutschland (FhG-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung [ISI], Karlsruhe)
- Mögliche technische Auswirkungen eines Ausstiegs aus der Kernenergienutzung auf die Elektrizitätsversorgung in Deutschland (CONSENTEC Consulting für Energiewirtschaft und -technik GmbH, Aachen)
- Elektrische Energieversorgung mit hohem Anteil dezentraler und regenerativer Stromerzeugung (Institut für Solare Energieversorgungstechnik e.V. [ISET], Kassel)
- Potenziale und Perspektiven regenerativer Energieträger (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Institut für Technische Thermodynamik, Stuttgart)
- Instrumente zur Förderung der Nutzung regenerativer Energieträger im liberalisierten Strommarkt (Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion [IIP], Universität Karlsruhe)
- Integration regenerativer Energieträger in den liberalisierten Strommarkt (Energiewirtschaftliches Institut an der Universität Köln)
- Begrenztheit von Ressourcen fossiler Energieträger (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover)

- Fossile Energiereserven (nur Erdöl und Erdgas) und mögliche Versorgungsengpässe aus Europäischer Perspektive (L-B-Systemtechnik GmbH, Ottonbrunn)

### 3.5 Projektbearbeiter/in

Torsten Fleischer (0 72 47/82-45 71)

Dr. Reinhard Grünwald (0 30/2 84 91-1 07)

Dr. Dagmar Oertel (0 30/2 84 91-1 06)

Prof. Dr. Herbert Paschen (0 30/2 84 91-0)

## 4. Tourismus in National- und Naturparken

### 4.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Die Bearbeitung des Themenfeldes Tourismus in National- und Naturparken geht auf einen Vorschlag des **Ausschusses für Tourismus** zurück. Auf Anregung des Ausschusses soll eine vergleichende Analyse der Konzepte und der Praxis von Kooperationsformen von Tourismus und Naturschutz - im Sinne einer innovativen und nachhaltigen Regionalentwicklung - in Deutschland durchgeführt werden. Das aus dieser Themeninitiative vom TAB entwickelte **TA-Projekt "Die Entwicklung des Tourismus in National- und Naturparken. Wechselwirkungen und Kooperationsmöglichkeiten von Naturschutz und regionalem Tourismus"** wurde im Herbst 1999 begonnen.

Eine naturverträgliche Freizeit- und Erholungsnutzung eines Raumes sollte zugleich nachhaltige ökologische, ökonomische und soziale Entwicklungen einleiten oder intensivieren. Erfolgreiche und praxiserprobte Beispiele für umwelt- und sozialverträgliche Konzepte liegen mit Natur- und Nationalparken in Deutschland vor. Der Umfang der Nutzung touristischer Angebote im Zusammenhang mit National- und Naturparken ist z.T. beachtlich und kann einen nicht zu unterschätzenden Beitrag zum Schutz der Natur, zur Stärkung des Binnentourismus in Deutschland allgemein und zur Entwicklung regionaler Potenziale liefern. Tourismus in Schutzgebieten stellt als sozialverträgliche und umweltschonende Nutzung und Entwicklung von Kultur und Natur in Regionen eine Alternative zu flächen- und infrastrukturintensiven Freizeitnutzungen in Form

von z.B. Freizeit- oder Ferienparks dar. Er bietet darüber hinaus Kommunen und Regionen die Chance, sich im Wettbewerb als unverwechselbare Destination für spezifische Zielgruppen attraktiv zu positionieren.

Die Perspektive einer produktiven Partnerschaft zwischen Naturschutz und Tourismus verdankt sich der Einsicht und der Erfahrung, dass ihre Verknüpfung für beide als Konflikt- und Kooperationspartner positive Effekte haben kann. Teilweise wird sogar das Argument vorgebracht, **dass es langfristig eine intakte Natur- (und Kulturlandschaft) nur geben kann, wenn diese touristisch genutzt wird.** Auch wenn sich diese Effekte nicht von selbst ergeben und ein Interessenausgleich nur durch sorgfältige Planung, Einbeziehung aller Betroffenen sowie flankierende Maßnahmen erreicht werden können, dürfte es sich lohnen, das Modell und die Praxis eines Zusammenwirkens von Tourismus, Naturschutz und Regionalentwicklung im Kontext von National- und Naturparks als ein auch ökonomisch attraktives Konzept weiter zu verfolgen und auszubauen.

Generelle Zielsetzung des TA-Projektes ist eine **anwendungsorientierte Bestandsaufnahme und Bewertung der Rahmenbedingungen, der Folgen, Chancen und Konflikte sowie der Gestaltungsmöglichkeiten eines nachhaltigen, ökonomisch tragfähigen sowie ökologisch und sozial verträglichen Tourismus in National- und Naturparks.** Entsprechend sollen Handlungsmöglichkeiten für eine innovative und integrierte Politik zur Regionalentwicklung entwickelt und zur Diskussion gestellt werden.

Folgenden Fragestellungen soll besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden:

#### *Rahmenbedingungen*

Tourismus als Mittelpunkt einer großflächigen Entwicklung tragfähiger, ressourcenschonender, sozial- und naturverträglicher Formen der Landnutzung und Regionalentwicklung setzt entsprechende (Tourismus-) Leitbilder und die Schaffung hinreichender Rahmenbedingungen voraus. Hierzu gehören insbesondere folgende Aspekte:

- lokale und regionale Landschaftsfaktoren
- Entwicklung eines vielfältigen und vernetzten touristischen Angebots
- Landesplanung, Regionalplanung, Regionalreform
- integrierte Wirtschaftsförderung sowie weitere Fördermöglichkeiten
- Lokale Agenda 21

*Folgen, Chancen, Konflikte*

Naturschutz und Tourismus sind Konflikt- und Kooperationspartner zugleich. Die wirtschaftlichen Vorteile durch den Tourismus für z.B. strukturschwache Regionen müssen gegenüber den komplexen ökologischen Konsequenzen der touristischen Entwicklung abgewogen werden. Die Verknüpfung von Naturschutz, Regionalentwicklung und Tourismus soll hinsichtlich ihrer Folgen, Chancen und möglichen Konflikte anhand folgender Aspekte analysiert werden:

- Revitalisierung von (touristischen) Regionen, ökologische und ökonomische Modernisierung der regionalen Wirtschaft
- Wettbewerbsfähigkeit, Standortvorteile, regionales Image
- Schaffung neuer Arbeitsplätze (bes. sog. grüne Berufe) und Sicherung vorhandener Arbeitsplätze; Wiederbelebung alter Berufe
- regionale Wertschöpfungs- und Struktureffekte, interregionale Verflechtungseffekte
- Entwicklung und Erhalt kultureller Besonderheiten und regionaler Identitäten
- Umweltbelastungen und Umweltschutzeffekte durch touristische Nutzung (z.B. Sport)
- Akzeptanzprobleme bei den Bereisten

*Maßnahmen, Gestaltungsmöglichkeiten*

Eine Verknüpfung von regionalem Tourismus, Naturschutz und regionaler Entwicklung kann die darauf bezogenen Hoffnungen nur erfüllen, wenn entsprechende Maßnahmen eingeleitet bzw. umgesetzt sind. Hierzu gehören:

- Aufbau von Reiseregionen mit vernetzter Infrastruktur und intelligenten Mobilitätskonzepten
- technische Infrastruktur; Versorgung und Entsorgung
- verkehrliche Maßnahmen (Straßen, Parkplätze, Wegenetze, ÖPNV); Lenkungs- und Leitsysteme
- Besucher-Management, Zonierung (Tragekapazitäten und Belastungsgrenzen)
- touristische Infrastruktur (Beherbergung, Gastronomie, Handel, Freizeitangebote, Sport) und Mobilitätsangebote
- kulturelle Infrastruktur; Denkmalschutz, Handwerk, Volkskunst
- aktives Management und Marketing; Fördervereine und Gremien
- Partizipation der ortsansässigen Bevölkerung sowie der Besucher

- Öffentlichkeitsarbeit, Informationsmaßnahmen, Bildungs- und Ausbildungsangebote
- Kooperationsformen von Tourismus, Landwirtschaft und Gewerbe, lokale und regionale Produktentwicklung und Vermarktung
- Steigerung der Öko-Effizienz bei Energie, Wasser, Fläche
- Entwicklung von Modell-Lösungen (best practice), Erfahrungsaustausch

## 4.2 Stand der Arbeiten

Mit der Bearbeitung des Projektes wurde im Herbst 1999 begonnen. Im Rahmen des Projektes wird eine Bestandsaufnahme vorliegender Informationen in Form von Literatur- und Datenbankanalysen sowie Expertengesprächen erarbeitet. Ein Hintergrundpapier in Form einer ausführlichen Dokumentation und Auswertung beispielhafter Projekte bzgl. Kooperationsformen von Naturschutz und regionalem Tourismus wird zum Sommer 2001 erstellt. Das Projekt soll mit der Vorlage eines TAB-Berichtes im Herbst 2001 abgeschlossen werden.

## 4.3 Publikationen und Materialien

### *Vom TAB in Auftrag gegebene Gutachten*

- Die Entwicklung des Tourismus in Großschutzgebieten - bestehende Rahmenbedingungen, Folgen, Chancen, Gestaltungsmöglichkeiten und Konflikte (Dr. Ursula Diepolder, Dr. Mathias Feige; Büro für Landschaftsökologie, Hohenau, und Deutsches Wirtschaftswissenschaftliches Institut für Fremdenverkehr e.V. an der Universität München, dwif-Büro Berlin)
- Materialsammlung Tourismus in Großschutzgebieten (Ruggero Schleicher-Tappeser; EURES-Institut für regionale Studien in Europa, Freiburg)
- Die Entwicklung des Tourismus in Großschutzgebieten Österreichs und der Ost-Alpen (Dipl.-Ing. Christian Baumgartner; Institut für Integrativen Tourismus & Freizeitforschung [IITF], Wien)
- Trends der touristischen Nachfrage und ihre Relevanz für den Tourismus in National-/Naturparks. Eine Literaturrecherche (Dr. Wolfram Pfeiffer; Institut für Wirtschaftsanalyse, Personalentwicklung und Unternehmensberatung [IWPU], Wolfen)

- Kurzanalyse der Einbindung des Tourismus in Großschutzgebieten in Frankreich, Großbritannien sowie den Benelux-Staaten (Dr. Martin L. Fontanari; Europäisches Tourismus Institut GmbH an der Universität Trier [ETI])
- Naturschutz und Tourismus. Auswertung beispielhafter Projekte (Dipl.-Ing. Hartmut Rein, Prof. Dr. Scharpf; Büro für Tourismus und Erholungsplanung [BTE], Berlin, und TU Berlin, Institut für Landschaftsentwicklung, Berlin)

#### 4.4 Projektbearbeiter

Dr. Christoph Revermann (0 30/2 84 91-1 09)

Dr. Thomas Petermann (0 30/2 84 91-0)

## 5. Entwicklungstendenzen von Nahrungsmittelangebot und -nachfrage und ihre Folgen

### 5.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Auf Vorschlag des **Ausschusses für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten** sollen Entwicklungstendenzen bei Nahrungsmittelangebot und -nachfrage, deren strukturelle Voraussetzungen und Folgenpotenziale sowie der in diesem Zusammenhang bestehende politische Handlungsbedarf untersucht werden.

**Ausgangspunkt der Untersuchung ist nicht die Landwirtschaft, sondern sind die Produktion von und die Nachfrage nach verschiedenen Kategorien von Lebensmitteln** - also Novel Food, Functional Food usw. Davon ausgehend werden die **Rückwirkungen der festgestellten Entwicklungsprozesse auf den Nahrungsmittelhandel, die Nahrungsmittelverarbeitung und die Landwirtschaft sowie auf die Ernährung** untersucht. Die wichtigsten **ökonomischen, sozialen, ökologischen und gesundheitlichen Auswirkungen** auf allen Stufen sollen herausgearbeitet werden.

Neben dem eventuell bevorstehenden großflächigen Anbau transgener Nutzpflanzen und der schon erfolgten Einführung gentechnischer Verfahren in der Nahrungsmittelverarbeitung findet eine Reihe von weiteren technischen und ökonomischen Veränderungsprozessen im Bereich Nahrungsmittel statt, die



voraussichtlich tiefgreifende Auswirkungen auf die gesamte Kette von der landwirtschaftlichen Produktion über die Nahrungsmittelverarbeitung und -vermarktung bis zum Verbraucher haben werden. Nicht gentechnische Innovationen haben bisher allerdings in der öffentlichen Diskussion zu Unrecht wenig Beachtung gefunden.

Gleichzeitig hat die Feststellung der ersten BSE-Fälle in Deutschland eine intensive Diskussion über die Art der Nahrungsmittelproduktion sowie die Sicherheit von Nahrungsmittel ausgelöst. Somit sind Fragen der Nahrungsmittelqualität, der regionalen Nahrungsmittelversorgung sowie der Kennzeichnung und Verbraucherinformation von großer Aktualität.

## 5.2 Stand der Arbeiten

Die Bearbeitung des Projektes wurde nach der Beauftragung durch den Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung im Oktober 1999 begonnen. Zielsetzung der zunächst durchgeführten **Vorstudie** war es, einen Überblick über das Themenfeld zu erstellen sowie Vorschläge für vertiefende Untersuchungen im Rahmen der Hauptstudie zu erarbeiten.

Wesentliche Ergebnisse und ein Vorschlag für die Hauptstudie werden im Frühjahr 2001 den Parlamentariern vorgelegt. Die Vorstudie selbst ist für Sommer 2001 geplant.

## 5.3 Ergebnisse

Im Folgenden werden vorläufige Ergebnisse aus der Projektphase der Vorstudie zusammengefasst.

### **Wirtschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung des Themenfeldes**

Die Produktion der Nahrungsmittel, welche die deutsche Bevölkerung verbraucht, ist ein **bedeutendes Segment der Volkswirtschaft**, dessen Größenordnung oftmals unterschätzt wird. Für Ernährung wird etwa ein Fünftel der vorhandenen Ressourcen (Zeit, Material, Geld) sowohl aus individueller als auch aus gesellschaftlicher Sicht verwendet. Am "Ernährungssystem" sind viele Branchen beteiligt: Landwirtschaft, Nahrungsmittelverarbeitung, Handel, Gastronomie und schließlich die privaten Haushalte. Zu diesen zentralen Ak-

teuren des Ernährungssystems kommen solche in einer Reihe von vor- und nachgelagerten Bereichen wie Maschinen- und Gerätehersteller, Teile der chemischen Industrie, Energieversorger, Transportgewerbe und Entsorger. Sie sind darüber hinaus eingebettet in ein Umfeld von Verbänden, Bildungs- und Beratungseinrichtungen, Medien und Forschungseinrichtungen.

In Deutschland werden von den **Endverbrauchern** jährlich etwa 240 Mrd. DM für den Einkauf von Nahrungsmitteln und etwa 130 Mrd. DM für den Außer-Haus-Verzehr ausgegeben. Der Verzehr findet zu 85 % in privaten Haushalten statt, zu 15 % außer Haus. Das **produzierende Ernährungsgewerbe** (Nahrungsmittelindustrie und -handwerk) stellt den viertgrößten Wirtschaftszweig in Deutschland dar und hat einen Anteil von etwa 10 % des Gesamtumsatzes und von etwa 8 % der Beschäftigten des verarbeitenden Gewerbes. Die **Landwirtschaft** hat zwar nur noch eine geringe wirtschaftliche Bedeutung (rund 1 % der Bruttowertschöpfung aller Wirtschaftsbereiche), ist aber die Grundlage der Nahrungsmittelproduktion und durch einen Anteil der Land- und Forstwirtschaft von über 80 % an der gesamten Flächennutzung von hoher gesellschaftlicher Relevanz.

Das **Nahrungsmittelangebot** setzt sich aus vielen verschiedenen Lebensmitteln zusammen. Der gegenwärtige Lebensmittelmarkt bietet mehr als 230.000 verschiedene Artikel an, aus denen die 82 Millionen Verbraucher in Deutschland ihre jeweiligen Nahrungsmittel auswählen. Die Nachfrage nach Nahrungsmitteln lässt sich unterschiedlich aufgliedern, z.B. nach Nahrungsmittelgruppen, Verbrauchergruppen sowie Angebots- und Verzehrssituationen. Der **Verbrauch von Nahrungsmitteln** ist also ein höchst komplexer Sachverhalt, bei dem widersprüchliche Erwartungen und Verhaltensweisen zwischen den Verbrauchern und beim einzelnen Verbraucher festzustellen sind.

Die Beziehungen zwischen Anbietern und Verbrauchern, die letztlich zur realisierten Nachfrage führen, sind eingebunden in **gesellschaftliche Entwicklungen**. Es besteht ein deutlicher Zusammenhang zwischen Lebensverhältnissen (soziale Situation und Einkommen, Lebensstilen, Arbeitsart und -rhythmen) und Ernährung. Das Ernährungsverhalten wiederum beeinflusst den Gesundheitsstatus erheblich. Verfügbare Informationen über Nahrungsmittel und Ernährung, Gesundheitsbewusstsein und Wertschätzung des Essen werden immer wichtigere Faktoren der Beeinflussung des Ernährungsverhaltens. Insgesamt sind Nahrungsmittel und Ernährung ein **wichtiges gesellschaftliches Diskussionsfeld** geworden.

## Entwicklungstendenzen von Nahrungsmittelnachfrage und -angebot

Die **mengenmäßige Nachfrage** (Gewicht, Energiewert) nach Nahrungsmitteln hängt unmittelbar mit der Bevölkerungsentwicklung zusammen. Da die vorliegenden Prognosen zeigen, dass die Bevölkerungszahl in Deutschland voraussichtlich zurückgehen wird (bis 2050 von 82 Millionen auf 70 Millionen), ist zu erwarten, dass auch die Nahrungsmittelnachfrage zurückgeht.

Die **Zusammensetzung der Nachfrage** ändert sich entsprechend der Bevölkerungsstruktur. Sicher ist, dass es zukünftig weniger junge und mehr ältere Verbraucher geben wird. Dementsprechend werden in Zukunft weniger Nahrungsmittel für junge Menschen (Säuglinge bis Jugendliche) nachgefragt. Die wachsende Anzahl der Senioren fragt größtenteils dieselben Lebensmittel nach wie auch Erwachsene mittleren Alters; tendenziell neigen die Älteren aber zu höherwertigen Alternativen. Die Änderungen im Ernährungsverhalten innerhalb verschiedener Bevölkerungsgruppen sind weniger gut zu prognostizieren.

Das mengenmäßige **Angebot an Nahrungsmitteln** wird dementsprechend in den kommenden Jahren in Deutschland und der EU nicht mehr zunehmen. Dagegen wird der monetäre Umsatz bei Nahrungsmitteln weiter steigen, weil immer größere Teile der Nahrungsprozess-Kette aus den privaten Haushalten ausgelagert werden. Innerhalb der verschiedenen Branchen und Produktsegmente wird es voraussichtlich zu einer stark unterschiedlichen Entwicklung kommen. Der Rückgang des Verbrauchs in einigen Branchen (z.B. Fleisch, Bier, alkoholische Getränke insgesamt) dürften auch in den kommenden Jahren anhalten. Ähnliche Entwicklungen sind in Branchen zu erwarten, in denen nach Jahren eines steigenden Verbrauchs sich nun Stagnationstendenzen abzeichnen. Wirklich starke Wachstumsbranchen sind derzeit bei Nahrungsmitteln in Deutschland nicht auszumachen. In den kommenden Jahren ist ein Wachstum eher bei Produktsegmenten zu erwarten, die sich über verschiedene Branchen erstrecken. Dies gilt vor allem bei Convenience-orientierten Produkten sowie Gesundheits- und Wellness-orientierten Nahrungsmitteln. Auch Nahrungsmittel aus ökologischem Landbau werden voraussichtlich in den kommenden Jahren deutlich in der Verbrauchergunst gewinnen.

Bei der Produktion und Verarbeitung von Nahrungsmitteln, im Nahrungsmittelhandel, aber auch beim Verbrauch von Nahrungsmitteln zeigt sich eine zunehmende **Polarisierung** in ein eher mengen- und preisorientiertes Massen- und ein stark auf besondere Qualitäten abzielendes Spezialitäten-Segment, wodurch das klassische Mittelsegment in allen Stufen an Bedeutung verliert. Am stärksten fortgeschritten erscheint diese Entwicklung derzeit beim **Nahrungs-**

**mittelhandel**, der nach Einschätzung verschiedener Wissenschaftler die bestimmende Rolle in der Lebensmittelwirtschaft in den letzten Jahren von der Industrie übernommen hat.

Für die **Massenfertigung von Nahrungsmitteln** wird eine automatisierte hocheffiziente Produktion benötigt. Hierfür ist die Entwicklung geeigneter Sensoren, die sich in die Prozesslinie integrieren lassen (z.B. zur Kontrolle des Befalls mit Mikroorganismen) unabdingbar. Eine weitere Entwicklungslinie betrifft die Entwicklung und Anpassung der Simulationstechnik zur Prozesskontrolle für die vollautomatische Steuerung eines Produktionssystems über einen PC. Aus Gründen der Lebensmittelsicherheit sollen zudem Konzepte wie GMP (Good Manufacturing Practice) und HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) in die Unternehmenspraxis umgesetzt werden. Insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen verfügen nicht über das dazu notwendige Expertenwissen.

## Problemfelder

Die Entwicklungstendenzen bei Nahrungsmittelnachfrage und -angebot sind mit einer Reihe von Problembereichen verbunden.

### *Gesundheit*

Das **Ernährungsverhalten** und damit die reale Nachfrage nach Lebensmitteln stimmt nicht mit **gesundheitlichen Ernährungszielen** überein. Über- und Fehlernährung (zu viel, zu fett, zu süß) führen bei einem hohen Anteil der Bevölkerung zu Übergewicht und damit in Zusammenhang stehenden ernährungsabhängigen Erkrankungen. Die Kosten für ernährungsabhängige Erkrankungen werden im Bereich von 100 Mrd. DM pro Jahr geschätzt. Besonders in den Gruppen der Kinder und Jugendlichen gibt es negative Tendenzen. Die Überfluss- und Bequemlichkeitssituationen führen zu deutlich zunehmendem Übergewicht und dieses zu Gesundheitsproblemen, die mit ins Erwachsenenalter hinein genommen werden.

**Ernährungsabhängige Erkrankungen** könnten nach weitgehender Übereinstimmung der Ernährungsforschung in hohem Umfang vermieden werden, wenn folgende Ernährungsziele erreicht würden:

- Anstieg beim Verbrauch von Gemüse und Obst,
- Anstieg des Verzehrs von Fisch, Milchprodukten, Kartoffeln und Getreide,

- Reduzierung der Fettaufnahme (insbesondere ungesättigte Fettsäuren) sowie
- Einschränkung des Verzehrs von Fleisch, Zucker- und Süßwaren und alkoholischen Getränken.

Die tatsächlichen Entwicklungen im Nahrungsverbrauch sind daran gemessen teilweise positiv und teilweise negativ einzuschätzen. Für die Zukunft wird erwartet, dass gesundheitliche Fragen für die Verbraucher noch an Bedeutung gewinnen werden. Dabei sind zwei grundsätzlich verschiedene **Ansätze zur Lösung der gesundheitlichen Ernährungsprobleme** in der Diskussion:

- **Integrative Ansätze:** Hierbei werden Ernährung und Nahrungsmittel als komplexe Zusammenhänge betrachtet. Dazu zählen Veränderungen in der Zusammensetzung der konsumierten Nahrungsmittel, in der Ernährungsweise, also den Verzehr- und Zubereitungsgewohnheiten, oder auch der bevorzugte Verbrauch von Nahrungsmitteln aus ökologischem Anbau. Die angestrebten gesundheitsorientierten Ernährungsziele sollten mit Veränderungen im Lebensstil verbunden sein.
- **Einzelstoffbezogene Ansätze:** Es gibt ein zunehmendes Angebot und eine steigende Nachfrage nach gesundheitsbezogenen und -beworbenen Nahrungsmitteln (funktionelle Lebensmittel bzw. Functional Food). Zumindest ein Teil dieser Produkte zielt darauf ab, die in Deutschland bestehenden Fehlernährungen und Ernährungsdefizite zu vermindern. Allerdings ist in den meisten Fällen die Wirkung auf das allgemeine physische und psychische Wohlbefinden der Konsumenten oder gar eine bestimmte Krankheit bislang nicht oder nur unzureichend wissenschaftlich erwiesen. Darüber hinaus fehlen Informationen über die erreichbaren bzw. die erreichten Zielgruppen und deren tatsächliches Ernährungsverhalten bei diesen Produkten. Insgesamt erscheint es sehr unsicher, ob diese Produkte tatsächlich zu einer Verbesserung des Ernährungs- und Gesundheitszustandes der Bevölkerung beitragen oder aber im Gegenteil zu einer Verfestigung und Verstärkung von Fehlernährungsverhalten führen können.

Sehr strittig wurde in der Vergangenheit diskutiert, und wird vermutlich auch in der Zukunft diskutiert werden, **ob das größere gesundheitliche Risiko vom Umgang mit Nahrungsmitteln oder von der Qualität der angebotenen Nahrungsmittel ausgeht.** Während bei Verbrauchern mögliche Schadstoffbelastungen in Nahrungsmitteln eine erhebliche Aufmerksamkeit finden, werden von der großen Mehrzahl der Wissenschaftler das Ernährungsverhalten sowie verdorbene, keimbelastete Nahrungsmittel aufgrund falscher Lager- und Verar-

beitungsweisen (d.h. Aspekte der **Lebensmittelhygiene**) als eigentliche gesundheitliche Gefahren angesehen.

### *Verbraucherschutz*

Die aktuelle BSE-Krise ist der Höhepunkt einer langen Kette von Lebensmittel-Skandalen. Öffentlichkeit und Medien sind hoch sensibilisiert für Schadstoffbelastungen oder ähnliche gesundheitliche Risikofaktoren; entsprechende Meldungen führen oftmals zumindest kurzfristig zu einem starken Nachfragerückgang bei den betroffenen Produkten. Die Verbraucher wollen gerade bei Nahrungsmitteln keinen unfreiwilligen Risiken ausgesetzt sein.

Die Diskussion um die **Lebensmittelsicherheit** sowie deren effektive Kontrolle ist für die **Einführung neuer Technologien** zur Produktion und Verarbeitung von Nahrungsmitteln von erheblicher Bedeutung. In zahlreichen Feldern im Nahrungsmittelgewerbe sind risikorelevante Entscheidungen zu einem Zeitpunkt erforderlich, an dem viele Fragen aus Sicht der Wissenschaft kaum oder nicht eindeutig geklärt sind. In diesem Zusammenhang wird von Verbrauchervertretungen sowie von Umwelt- und Naturschutzgruppen oftmals der **Prozess der Entscheidungsfindung** kritisiert.

Die Verbraucher in Deutschland sind im Allgemeinen **nur wenig über die Produktion und Verarbeitung von Lebensmitteln informiert**. Dies gilt insbesondere für die angewandten Techniken und Verfahren sowie den Automatisierungsgrad vieler Verarbeitungsschritte. Dieser Umstand wird von Seiten der Industrie häufig als ein wesentlicher Grund für die **geringe Akzeptanz** neuer Techniken und Verfahren in der Lebensmittelverarbeitung angeführt. Derzeit stehen neue Verfahren zur Herstellung, Verarbeitung und Konservierung von Nahrungsmitteln vor der Einführung. Für die Zukunft ist zu erwarten, dass die Anforderungen der Verbraucher an Informationen über Nahrungsmittel und deren Erzeugungs- und Verarbeitungsbedingungen steigen werden (z.B. Herkunft, angewandte Techniken). Diesbezügliche Informationen sind jedoch schwer auf dem Produkt selbst und im Handel zu vermitteln. Schon derzeit ist die **Kennzeichnung von Nahrungsmitteln** für viele Verbraucher schwer nach zu vollziehen und wird als **unbefriedigend** eingeschätzt.

### *Ökonomie*

Der monetäre Wert der nachgefragten Nahrungsmittel erhöht sich, da immer weitere Teile der Nahrungsmittelverarbeitung von der Rohware zur tischfertigen

Mahlzeit aus dem privaten Haushalt ausgelagert werden. Durch diesen "Zusatznutzen" kann bei stagnierender Nachfrage nach Nahrungsmitteln ein höherer Umsatz erzielt werden. Die Menge der **Convenience-Nahrungsmittel** nahm in der Vergangenheit kontinuierlich zu, und es gibt keine Hinweise, dass diese Entwicklung sich nicht in Zukunft fortsetzen wird. Die gesellschaftlichen Bedingungen führen dazu, dass die Tendenz zunimmt, **außer Haus** zu essen. Es gibt aber offensichtlich Grenzen, denn die Ausgaben pro Mahlzeit stagnieren, und es werden vermehrt "billige" Speisen erworben.

Die derzeitige **Situation im Lebensmitteleinzelhandel** in Deutschland ist durch einen aggressiven Preiswettbewerb, eine moderate Flächenexpansion, verschärfte Konzentrationsbestrebungen sowie durch eine zunehmende Europäisierung der Wettbewerbsbeziehungen gekennzeichnet. Trotz eines hohen Konzentrationsgrades der Handelsunternehmen, der in Zukunft noch zunehmen soll, gilt der Lebensmittelmarkt in Deutschland als einer der **wettbewerbsintensivsten in Europa**. Dabei geben die Handelsunternehmen ihre "Dauerniedrigpreise" in hohem Maße an die Unternehmen des produzierenden Ernährungsgewerbes weiter, was deutliche Rückwirkungen auf die Rentabilität dieser Unternehmen hat. Dies wird noch verstärkt durch Bemühungen des Handels in Richtung einer Reduzierung der Zahl der gelisteten Artikel und einer Sortimentsoptimierung, von der kleine und mittelständische Unternehmen mit wenig bekannten Marken überproportional betroffen sind. Gleichzeitig gewinnen Absatzkanäle außerhalb des Lebensmitteleinzelhandels an Bedeutung. Diese reichen von Einrichtungen des Außer-Haus-Verzehrs (z.B. Gastronomie, Kantinen, Imbissbuden), Direktabsatz von Lebensmitteln ab Bauernhof oder Wochenmarkt, über den Verkauf von Lebensmitteln in Tankstellen oder Flughafengeschäften bis zum Lieferservice (z.B. bei Tiefkühlkost).

In den kommenden Jahren dürfte sich der **Internet-basierte Absatz** von Nahrungsmitteln in Deutschland auf relativ **bescheidenem Niveau** (d.h. wenige Prozentpunkte des Nahrungsmittelmarktes) bewegen. Als wichtigste Ursache dafür werden die besonderen Herausforderungen und enormen Kosten zum Aufbau eines Lieferservice- und Logistiksystems bei (verderblichen) Nahrungsmitteln genannt. Innerhalb der Ernährungsbranche wird E-Commerce seine größte Bedeutung im Business-to-Business-Bereich (d.h. zwischen Unternehmen des produzierenden Ernährungsgewerbes und dessen Zulieferunternehmen bzw. zwischen Unternehmen des produzierenden Ernährungsgewerbes und dem Lebensmitteleinzelhandel) entfalten. Dabei werden deutliche Kosteneinsparungen, eine Erhöhung der Servicequalität und Möglichkeiten zur Sortimentsoptimierung erwartet.

Das **produzierende Ernährungsgewerbe** in Deutschland ist noch überwiegend mittelständisch geprägt, doch haben die Konzentrationsbestrebungen global agierender Nahrungsmittelunternehmen deutlich an Dynamik gewonnen. In Deutschland sind sowohl größere Unternehmen der Nahrungsmittelindustrie als auch kleine und mittelständische Unternehmen für die zu erwartenden Herausforderungen in den kommenden Jahren nur unzureichend gerüstet. Als **Schwachstellen** kleiner und mittelständischer Unternehmen werden deren eingeschränkte finanzielle und personelle Ressourcen, eine begrenzte Know-how-Basis, wenig oder nur regional bekannte Marken sowie eine relativ schwache Position gegenüber dem Lebensmitteleinzelhandel gesehen. Vorteile haben diese Unternehmen bei der Versorgung lokaler und regionaler Märkte, bei Produkten mit einem hohen Servicecharakter sowie bei der flexiblen Reaktion auf neu aufkommende Trends und Verbraucheransprüche. Trotzdem wird nach Einschätzung aller vorliegenden Studien die Zahl der kleinen und mittelständischen Unternehmen im Ernährungsgewerbe in den kommenden Jahren deutlich zurück gehen.

Für die weiter zunehmende Intensivierung des Wettbewerbs im produzierenden Nahrungsmittelgewerbe scheinen nur die **global agierenden multinationalen Lebensmittelkonzerne** ausreichend gerüstet. Bislang fehlen in den meisten nahrungsmittelverarbeitenden Unternehmen in Deutschland Kompetenzen zu umfassenden FuE-Arbeiten. Um die Anforderungen der Verbraucher nach gesundheitsorientierten Nahrungsmitteln befriedigen zu können, aber auch zur Entwicklung Convenience-orientierter und anderer innovativer Produktkonzepte, muss sich die Nahrungsmittelindustrie in den kommenden Jahren neue Kompetenzen für FuE-Arbeiten aneignen. In diesem Zusammenhang werden auch in Zukunft die **Zulieferer** und die **Zusatzstoffindustrie** ihre Bedeutung als "Innovationsquelle" des produzierenden Ernährungsgewerbes behalten.

### *Umweltschutz*

Bisher standen Umweltprobleme der Landwirtschaft im Mittelpunkt der Diskussionen. Die **Landwirtschaft** trägt bei

- zur Emission klimarelevanter Gase,
- zur Eutrophierung der Gewässer,
- zur Versauerung von Boden und Gewässern,
- zur Bodendegradation und zum Bodenverlust (insb. durch Erosion),



- zum Eintrag human- und ökotoxischer Substanzen (insb. Pflanzenschutzmittel),
- zur Veränderung der Kulturlandschaft sowie
- zur Verringerung der Arten- und Biotopvielfalt.

Während für den Agrarsektor eine Differenzierung der Umweltwirkungen nach Naturräumen notwendig ist, erfordert die Beschreibung der ökologischen Probleme für das produzierende Ernährungsgewerbe eine Differenzierung nach den einzelnen Produktionsbereichen bzw. Branchen. Umweltbelastungen durch die **Nahrungsmittelverarbeitung** werden insbesondere in den Bereichen Wasser, Luft und Abfall verursacht. Konzentration und Modernisierung der Nahrungsmittelverarbeitung führen einerseits zu einer effektiveren Ressourcennutzung (insbesondere von Energie, Wasser, Rohstoffen) und zu geringeren Umweltbelastungen. Andererseits bewirkt die zunehmende Verarbeitungstiefe einen vermehrten Ressourcenverbrauch. Vor allem aber bedeutet die Konzentration der Nahrungsmittelverarbeitung und die Zunahme der Verarbeitungsschritte ein **steigendes Verkehrsaufkommen** mit den entsprechenden Folgen für Ressourcenverbrauch und Umweltbelastungen. Es steigt das Transportaufkommen vom Agrarsektor zum Ernährungsgewerbe, innerhalb des Ernährungsgewerbes sowie vom Ernährungsgewerbe zum Handel und zu den Endabnehmern.

Schließlich entscheiden auch die Verbraucher durch ihre jeweiligen Kaufentscheidungen mit über die Umwelt- und Ressourcennutzung bei der Nahrungsmittelerzeugung, obwohl dies in den meisten Fällen keine bewusste Entscheidung sein dürfte. Während bei Produkten aus dem ökologischen Landbau der Umweltbezug für die Verbraucher deutlich ist, können ansonsten die Umweltwirkungen bei der Nachfrage nach Nahrungsmitteln in der Regel nicht direkt erkannt werden.

### *Recht*

Die rechtliche Situation des produzierenden Ernährungsgewerbes ist durch eine deutlich steigende **Bedeutung internationaler Vereinbarungen**, insbesondere von EU-Regelungen, geprägt, die den Raum für nationales Handeln einschränken. Dies betrifft z.B. die Umsetzung der Regeln und Standards der Codex-Alimentarius-Kommission sowie die Maßnahmen der EU-Kommission zur Reform des Lebensmittelrechts und zur Erhöhung der Lebensmittelsicherheit. Im nationalen Rahmen wird von Seiten der Industrie die **hohe Regelungsdichte** beklagt, und sie drängt insbesondere in der EU auf eine Harmonisierung und

Deregulierung, wohingegen Verbraucher eher eine effektive und möglichst lückenlose Kontrolle der Lebensmittel erwarten. Insbesondere bei neuen Produktfeldern, wie z.B. Functional Food, manifestieren sich diese **Interessensgegensätze**.

### *Politik*

Während bei der Nahrungsmittelproduktion (insbesondere der Landwirtschaft) eine erhebliche politische Einflussnahme und Subventionierung besteht, ist bisher die politische Gestaltung des Bereiches Ernährung (insbesondere Verbraucherinformation, -erziehung und -forschung) kaum entwickelt. In der gesellschaftlichen Diskussion rückt aber das **gesamte Bedürfnisfeld Ernährung** immer mehr in den Mittelpunkt.

Um den Ernährungs- und Gesundheitszustand der Bevölkerung in Deutschland zu verbessern, wäre ein Gesamtkonzept für eine **umfassende, gesundheitsbezogene Ernährungspolitik** notwendig. Hier ergibt sich für die Zukunft Handlungsbedarf, entsprechende Konzepte unter Einbezug von Wissenschaft, Industrie, Gesundheitspolitik und Konsumentenvertretern zu entwickeln und in Deutschland umzusetzen. Zu einem solchen Konzept gehören ernährungspolitische Grundsätze und Ernährungsziele.

Die Formulierung der Ernährungsziele hängt von den zur Verfügung stehenden Informationen ab. Diese können durch Optimierung des bestehenden **Ernährungsberichterstattungssystems** beschafft werden, wobei eine Integration mit bestehenden Berichterstattungssystemen anzustreben wäre. Regelmäßige Langzeit-Ernährungserhebungen (Monitoring) sind ebenso notwendig wie die Schaffung von Daten-Archiven zur Dokumentation der Veränderungen.

Es sind bedeutende **Informationslücken** bezüglich der Kenntnisse über das **Ernährungsverhalten von Verbrauchern** zu konstatieren. Dabei fällt auf, dass es kaum zuverlässiges Datenmaterial darüber gibt, wie Verbraucher mit Nahrungsmitteln umgehen, welche Kompetenzen sie haben, wie sie sich informieren und orientieren.

## **5.4 Publikationen und Materialien**

### *In Auftrag gegebene Gutachten*

- Nachhaltigkeit und Ernährung (Prof. Dr. Rolf Kreibich; Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung [IZT], Berlin)

- Entwicklungstendenzen beim Nahrungsmittelangebot und ihre Folgen (Dr. Sybille Hinze, Dr. Klaus Menrad, Dr. Martin Menrad; Fraunhofer Institut Systemtechnik und Innovationsforschung [ISI], Karlsruhe)
- Entwicklungstendenzen bei der Nahrungsmittelnachfrage und ihre Folgen (Prof. Dr. U. Oltersdorf; Institut für Ernährungsökonomie und -soziologie der Bundesforschungsanstalt für Ernährung [BfE], Karlsruhe)

## 5.5 Projektbearbeiter

Dr. Rolf Meyer (0 30/2 84 91-1 05)

Dr. Arnold Sauter (0 30/2 84 91-1 10)

# 6. Folgen von Umwelt- und Ressourcenschutz für Ausbildung, Qualifikation und Beschäftigung

## 6.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Umweltschutz stand lange Zeit als wirtschaftlicher Kostenfaktor und "Job-Killer" unter Legitimationsdruck. In letzter Zeit wird aber vermehrt die These einer "**doppelten Dividende**" des Umweltschutzes vertreten, wonach die Erreichung besserer Umweltqualität bei gleichzeitiger Verbesserung der Beschäftigungssituation möglich ist. Umweltschutz könne somit einen wesentlichen Beitrag zur Lösung der aktuellen Arbeitsmarktprobleme leisten. Auf Antrag der AG "Bildung und Forschung" der SPD-Fraktion wurde das TAB durch den Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung beauftragt, eine Studie zum Zusammenhang zwischen Umweltpolitik und Beschäftigung(spolitik) durchzuführen. Aufgrund der politisch sehr unterschiedlichen Bewertung vorliegender Forschungsergebnisse und zahlreicher bisher ungeklärter Forschungsfragen schien vor einer umfassenden Bearbeitung des Themas zunächst ein Überblick über die vorliegenden Forschungsergebnisse und den wissenschaftlichen Diskussionsstand nötig, um auf dieser Grundlage über in einer möglichen Hauptstudie zu bearbeitende und bearbeitbare Fragestellungen zu entscheiden. In der ersten Phase des Projektes ging es daher zunächst darum, in Form einer Vorstudie den Stand der Forschung zum Thema aufzuarbeiten und insbesondere einen **vergleichenden Überblick über Ansätze, Methoden und**

**Ergebnisse vorliegender Studien zu den Beschäftigungswirkungen umweltpolitischer Maßnahmen sowie umwelt- und ressourcenschonender Innovationen** zu erarbeiten.

## 6.2 Stand der Arbeiten

Die Auswertung der für die erste Phase vergebenen Gutachten wurde Ende des Jahres 2000 abgeschlossen. Auf der Basis der im Folgenden vorläufig referierten Ergebnisse wird über die Konzeption und Durchführung der Hauptstudie zu entscheiden sein.

## 6.3 Ergebnisse

Zweifellos stellen **Umweltschutz und Ressourcenschonung einen bedeutenden Wirtschaftsfaktor in Deutschland** dar. In Deutschland wurden 1998 rund 112 Mrd. DM in der Produktion von Umweltgütern und Dienstleistungen umgesetzt, und Deutschland hat als zweitgrößter Exporteur auf den Umweltschutzmärkten im Jahr 1997 Umweltschutzgüter im Wert von knapp 41 Mrd. DM exportiert. Damit machte die Umwelttechnik einen Anteil von 5 % der Industriewarenausfuhr der deutschen Wirtschaft aus. Eine erhebliche Zahl von Arbeitsplätzen hängt direkt oder indirekt vom Umweltschutz ab. Als annähernd realistisch gilt immer noch die auf einer Schätzung für das Jahr 1994 beruhende Zahl von ca. 1 Mio. Beschäftigter im und durch Umweltschutz in Deutschland.

Ein Grundproblem von Aussagen zu den Beschäftigungswirkungen von umweltpolitischen Maßnahmen besteht darin, dass man auf Schätzungen angewiesen ist. Ebenso wenig wie sich der Anteil auf Umweltschutz bezogener wirtschaftlicher Leistungen am Bruttosozialprodukt statistisch exakt ausweisen lässt, lässt sich der Niederschlag umweltpolitischer Maßnahmen in Form von neu geschaffenen (oder vernichteten) Arbeitsplätzen statistisch exakt abbilden. Ursache dafür ist u.a. auch die erfolgreiche Umsetzung integrierten Umweltschutzes: Umweltpolitische Maßnahmen, die darauf abzielen, negative Umweltwirkungen nicht nachsorgend zu bearbeiten, sondern gar nicht erst entstehen zu lassen, führen zu einer integrierten Berücksichtigung ökologischer Aspekte in technischen Anlagen, Produktionsverfahren und Produkten und auch Konsumweisen. Das heißt Umweltschutz (als Sektor, Branche, Tätigkeit oder einzelne Maßnahme) ist als solcher nicht mehr von den wirtschaftlichen Aktivitäten insge-

samt zu trennen. **Mit wachsendem Erfolg des Umweltschutzes nimmt sozusagen seine wirtschaftsstatistische Sichtbarkeit ab.**

### **Beschäftigungseffekte von Umweltschutz**

Mit solchen und anderen methodischen Problemen sind auch Studien behaftet, die sich mit der Untersuchung möglicher (zukünftiger) Beschäftigungseffekte verschiedener in der umweltpolitisch prominent diskutierter Maßnahmen - z.B. Ökosteuern oder verschiedene Maßnahmen zum Klimaschutz - auf Quantität und Qualität von Arbeitsplätzen befassen. In den letzten Jahren ist eine Vielzahl solcher Studien entstanden, die auch für die politische Diskussion um die so genannte "doppelte Dividende" von Bedeutung waren. Folgende - angesichts bestehender methodischer Probleme vorsichtige - generelle Schlussfolgerungen zu den Beschäftigungseffekten von Umweltpolitik lassen sich aus den Ergebnissen dieser Studien ziehen:

- Die meisten auf **ökonomischen Modellen basierenden Studien** zu den quantitativen Effekten zeigen **in der Regel gering positive Beschäftigungseffekte** bzw. eine beschäftigungspolitisch neutrale Wirkung von Umweltpolitik. Insofern erscheint der mögliche Beitrag von Umweltschutz zur Lösung der aktuellen Krise des Arbeitsmarktes eher bescheiden - die Verwirklichung umweltpolitischer Ziele scheint andererseits mit beschäftigungspolitischer Zielsetzungen durchaus vereinbar.
- **Umwelttechnik zeitigt insgesamt ökonomische Wirkungen, die denen des technischen Wandels im Allgemeinen vergleichbar sind.** Auch bei anderen Zukunftstechnologien stehen neu geschaffenen Arbeitsplätzen in den innovativen Branchen Verdrängungseffekte in anderen Bereichen gegenüber. Allerdings spielt in der öffentlichen Diskussion über Zukunftstechnologien (wie z.B. IuK-Technologien) die Frage nach den durch Innovationen vernichteten Arbeitsplätzen eine weit geringere Rolle.
- Hinsichtlich der Qualität von Arbeitsplätzen bzw. der erforderlichen Qualifikationen wirken umwelttechnische Innovationen entsprechend dem allgemeinen Trend am Arbeitsmarkt. Das heißt die **Nachfrage nach qualifizierten und hochqualifizierten Arbeitskräften nimmt zu**, während die Nachfrage nach gering qualifizierten Arbeitskräften eher sinkt. Insbesondere der **integrierte Umweltschutz** wirkt deutlich in Richtung einer Nachfrage nach höheren Qualifikationen und trägt damit zur **Verbesserung der Qualität der Arbeitsplätze** (hinsichtlich der Aspekte Gesundheit, Arbeitsplatzsicherheit

und Einkommen) bei. Ohne alternative Arbeitsmöglichkeiten bzw. eine Weiterqualifizierung dürften gering qualifizierte Beschäftigte in erster Linie Leidtragende einer aktiven Innovationspolitik auch im Umweltschutz sein, während die positiven Impulse von Umweltinnovationen eher Facharbeiter und insbesondere Akademiker betreffen.

### **Probleme der ökonometrischen Modellierung von Beschäftigungseffekten**

Die Berechnung von Beschäftigungseffekten umweltpolitischer Maßnahmen kann nur auf der Basis ökonomischer Modellierung der wirtschaftlichen Realität und zukünftiger wirtschaftlicher Entwicklungstendenzen erfolgen. Gegen die in der politischen Debatte gängige Instrumentalisierung entsprechender Berechnungen als Beweis für beschäftigungspolitisch positive oder negative Effekte des Umweltschutzes muss festgehalten werden: **Ökonometrische Modellrechnungen sind keine Vorhersagen der wirtschaftlichen Entwicklung und können die komplexe ökonomische Wirklichkeit grundsätzlich nicht exakt abbilden.**

Grundsätzliche Grenzen sind ökonometrischen Berechnungen von Beschäftigungseffekten umweltpolitischer Maßnahmen durch die in entsprechenden Modellen zu berücksichtigende Vielzahl wirtschaftlicher Faktoren und ihrer Wechselwirkungen sowie die - je nach theoretischem Ansatz sich teils widersprechenden - Hypothesen zum Verhalten wirtschaftlicher Akteure und wirtschaftlicher (Teil-)Systeme gesetzt. Bei der ökonometrischen Modellierung muss notwendigerweise eine (theorieabhängige) Entscheidung darüber getroffen werden, was als relevant im Modell berücksichtigt wird, und was nicht. Einige für die Abschätzung von für langfristige Beschäftigungseffekte (oft wird mit Zeithorizonten von bis zu 50 Jahren gearbeitet) relevante Faktoren, wie die Entwicklung des technischen Fortschritts und der Arbeitsproduktivität lassen sich in solchen Modellen zudem kaum realistisch abbilden.

Ergebnisse ökonometrischer Modellrechnungen sollten somit nicht als Beweismittel pro oder contra den Angeklagten "Umweltschutz", sondern zurückhaltend als **informationelle Unterstützung politischer Entscheidungsfindung** verstanden und genutzt werden. Umweltpolitisch begründete Entscheidungen können durch vergleichende ökonometrische Modellrechnungen Hinweise erhalten, welche alternativen Pfade oder umweltpolitischen Instrumente mit wirtschafts- und beschäftigungspolitischen Zielsetzungen eher harmonisieren oder

eher kollidieren, bzw. in welchen Segmenten oder Branchen mit spezifischen Problemen zu rechnen ist.

### **Nachhaltige Entwicklung und Arbeit**

Die im Rahmen der Vorstudie durchgeführte Auswertung von Konzepten zur Operationalisierung des Leitbildes nachhaltige Entwicklung zeigt, dass - obwohl Nachhaltigkeit mittlerweile auch in ihren sozialen und ökonomischen Dimensionen intensiv diskutiert wird - Zusammenhänge zwischen nachhaltiger Entwicklung einerseits und Arbeit und Beschäftigung andererseits bisher allenfalls am Rande thematisiert wurden. Noch in den Anfängen steckt die Diskussion um die Konkretisierung eines nachhaltigen Begriffes von Arbeit. Deutlich wird aber die Tendenz, Themen und Konzepte der seit den 70er Jahren laufenden Debatte um die **Zukunft der Arbeitsgesellschaft** (Flexibilisierung, Auflösung der Grenzen zwischen Eigen- und Erwerbsarbeit, Entkopplung von Einkommen und Erwerbsarbeit) **mit Fragen nachhaltiger Arbeit zu verknüpfen**. Auch dann, wenn Nachhaltigkeit vorwiegend ökologisch definiert wird, werden Bemühungen um eine weitere Konkretisierung von Nachhaltigkeit die in der Debatte zur Zukunft der Arbeit thematisierten Tendenzen der **Veränderung der Arbeitswelt als entscheidende Randbedingung** nicht ignorieren können. Insgesamt wird in Zukunft auch das Verhältnis eines nachhaltigen arbeitspolitischen Leitbildes zu aktuellen wirtschaftlichen Tendenzen wie Internationalisierung wirtschaftlicher Aktivitäten, die Entwicklung von Dienstleistungsökonomien, das Entstehen einer so genannten "New Economy" zu klären sein.

Ein Desiderat bleibt bisher die **Abschätzung von beschäftigungspolitischen Effekten umfassender, integrierter Nachhaltigkeitsstrategien**. Aufgrund der in der Regel recht weit gehenden Ziele und auch komplexen Maßnahmenbündel, die hier auf ihre Arbeitsmarkteffekte zu untersuchen wären, scheinen jedoch ökonometrische Modelle an ihre Grenzen zu stoßen. Die schon für die Ableitung von Effekten einzelner umweltpolitischer Maßnahmen bestehenden methodischen Probleme (Datenlage, Modellierung komplexer Wechselwirkungen) kommen hier erst recht zum Tragen.

### **Umweltschutz und berufliche Bildung**

Es ist deutlich, dass durch umweltpolitische Vorgaben **teils erhebliche Veränderungen der bestehenden beruflichen Tätigkeitsfelder** ausgelöst werden,

die die Integration einer Vielzahl neuer Kompetenzen und Qualifikationen in die Berufsausbildung nötig machen. Neben zusätzlichen technischen Kenntnissen werden z.B. im Handwerk Kenntnisse in der Projektplanung und Koordination sowie soziale und kommunikative Kompetenzen in der Kundenberatung und in der Kooperation mit anderen Berufszweigen verlangt. Es ist zu erwarten, dass sich diese Tendenz - ausgelöst durch neue technische Entwicklungen, die Veränderung von Märkten, aber auch durch erweiterte Anforderungen des Umweltschutzes - verstärken wird.

Das System der Berufsausbildung hat bisher auf die Anforderungen des Umweltschutzes recht flexibel reagiert. **Umweltschutz ist als Querschnittsqualifikation mittlerweile fest verankert.** In bestehende Ausbildungs- und Studiengänge wurden vielfach umweltspezifische Ausbildungsziele integriert und Fortbildungsmöglichkeiten geschaffen, die eine spezifische Qualifikation für Umweltschutztätigkeiten ermöglicht. Auch durch in der Regel von den Handwerks- und Industrie- und Handelskammern ausgehende Initiativen ist eine Reihe von Möglichkeiten zur spezifischen beruflichen Weiterbildung im Umweltschutz entstanden. Solche Initiativen sowie auch vom Bundesinstitut für Berufsbildung geförderte Bildungsangebote und Bildungszentren mit Projekt- oder Modellcharakter scheinen geeignet, die berufliche Bildung auf neu entstehende umweltschutzbezogene Qualifikationsanforderungen einzustellen.

Wenig verallgemeinerbare Erkenntnisse und auch keine verlässlichen Daten liegen dazu vor, **wie sich im Umweltschutz speziell qualifizierte Personen auf dem Arbeitsmarkt durchsetzen.** Weitgehend auf plausible Annahmen und trial and error-Ansätze bleibt damit auch der Versuch einer gezielten Verbesserung von Beschäftigungschancen durch Qualifikationsmaßnahmen im Umweltschutz angewiesen. In Bezug auf die Möglichkeiten, durch gezielte Aus- und Weiterbildung im Umweltschutz Beschäftigungsperspektiven für die Problemgruppe der gering Qualifizierten zu schaffen, scheint eine stärkere Verknüpfung der umweltpolitischen Diskussion mit den aktuell im Forum Bildung des BMBF und im Bündnis für Arbeit diskutierten Maßnahmen zur Qualifizierung von erwerbslosen Jugendlichen ohne Berufsausbildung hilfreich zu sein. Das Thema Umweltschutz als Beschäftigungs- und Qualifizierungsperspektive scheint im Rahmen dieser Initiativen bisher eine untergeordnete Rolle zu spielen.

Erst am Anfang steht die Diskussion um das **Leitbild nachhaltige Entwicklung in der beruflichen Bildung.** Ob sich Inhalte einer "nachhaltigen" Berufsbildung überhaupt bis in Curricula für einzelne Berufe spezifizieren lassen, erscheint fraglich. Wesentlich für eine schnelle Anpassung an neue Qualifikationsanforderungen wird wahrscheinlich die Fähigkeit des Berufsbildungs-



systems zur Schaffung von flexiblen Möglichkeiten des Erwerbs von Zusatz- und Querschnittsqualifikationen sein, d.h. die Umsetzung von Prinzipien, die aktuell die Diskussion um die berufliche Bildung bestimmen: flexible Verteilung von Lernzeiten über das Berufsleben, Modularisierung des Bildungsangebotes, flexible Übergänge zwischen Aus- und Weiterbildung.

### **Beschäftigungsorientierte Umweltpolitik**

Die weitere Entwicklung einer beschäftigungsorientierten Umweltpolitik wird sich im Rahmen des nicht nur umweltpolitisch zentralen Leitbildes der nachhaltigen Entwicklung vollziehen müssen. Dabei steht eine Reihe von Fragen zur Klärung an, z.B.: Wie sind Strategien nachhaltiger Entwicklung unter beschäftigungspolitischen Gesichtspunkten mit den generellen Trends der wirtschaftlichen Entwicklung und des Arbeitsmarktes vermittelbar? Wie können die für das System der Berufsbildung unter dem Gesichtspunkt nachhaltiger Entwicklung in Zukunft relevanten Qualifikationsanforderungen identifiziert werden? Wie kann sich das Berufsbildungssystem auf die Herausforderungen nachhaltiger Entwicklung einstellen? Es wird darauf ankommen, die Umweltpolitik nicht auf dem Altar der Arbeitsmarktprobleme zu opfern, sondern vielmehr darauf, einen Pfad einzuschlagen, der Synergien soweit vorhanden nutzt und **berechtigte kurzfristige Beschäftigungsziele mit langfristigen Nachhaltigkeitszielen in Einklang bringt**. Dies stellt sich - wie die Übersetzung des Leitbildes in konkrete Ziele und Maßnahmen insgesamt - als gesellschaftliche Aufgabe, die in der Kooperation der relevanten gesellschaftlichen Akteure zu leisten wäre.

## **6.4 Publikationen und Materialien**

### *In Auftrag gegebene Gutachten*

- Konzepte nachhaltiger Entwicklung und Beschäftigung (Prof. Dr. Jürgen Blazejczak, Dr. Dietmar Edler; Berlin)
- Umweltpolitik und ihre Auswirkungen auf die berufliche Bildung (Konrad Kutt; Berlin)
- Arbeitsmarktentwicklung: Dimensionen und Ursachen der Beschäftigungskrise, Strukturen des Arbeitsmarktes und Folgen für die Arbeitsmarkteffekte

von Umwelt- und Ressourcenschutz (Dr. Ulrich Petschow; Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, Berlin)

- Folgen von Umweltschutz und Ressourcenschonung für Ausbildung, Qualifikation und Beschäftigung - Gutachten zu den Teilvorhaben "Synopse von Untersuchungen zur Beschäftigungswirkung von Umweltpolitik und Umwelttechnik" sowie "Umweltpolitische Instrumente und Beschäftigungswirkungen" (Dr. Klaus Rennings; Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim)

## 6.5 Projektbearbeiter

Dr. Leonhard Hennen (0 30/2 84 91-1 08)

Dr. Thomas Petermann (0 30/2 84 91-0)

## 7. Neue Medien und Kultur

### 7.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Auf Vorschlag des **Ausschusses für Kultur und Medien des Deutschen Bundestages** wurde das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) vom Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung im Juli 2000 beauftragt, eine Untersuchung zur Thematik "Neue Medien und Kultur" durchzuführen. Als Ziel wurde formuliert, "**bisherige und zukünftige Auswirkungen der Entwicklung Neuer Medien auf den Kulturbegriff, die Kulturpolitik, die Kulturwirtschaft und den Kulturbetrieb**" sichtbar zu machen und begründete Aussagen über Veränderungen und Wandlungsprozesse zu erarbeiten.

Um das mit dem Auftrag verbundene weite Themenspektrum abarbeiten zu können, hat das TAB dem Projekt ein zweistufiges Konzept zugrunde gelegt. In einer ersten Phase sollen durch so genannte **Basisanalysen** die theoretisch-begrifflichen Grundlagen erörtert, marktbezogene Entwicklungen analysiert sowie die durch den Einsatz neuer Medien in ausgewählten Kulturbereichen bedingten Veränderungen und Auswirkungen beschrieben werden. In einer zweiten Phase sollen dann ausgewählte Fragestellungen aus dem Gesamtkom-

plex "Neue Medien und Kultur" vertieft behandelt werden, insbesondere auch im Hinblick auf den politischen Handlungs- und Entscheidungsbedarf.

## 7.2 Stand der Arbeiten

Im Herbst 2000 wurden Aufträge für drei Basisanalysen vergeben, und zwar zu den Themenbereichen:

- Kulturverständnis und Kulturkonzepte im Wandel; Wechselwirkungen zwischen Neuen Medien und Kultur
- neue Medien und Medienmärkte
- neue Produktions-, Vermittlungs- und Rezeptionsformen in ausgewählten Kulturbereichen

Die Ergebnisse der Basisanalyse "Neue Medien und Medienmärkte" lagen dem TAB am Ende des Berichtszeitraums vor.

Im Herbst 2001 soll die erste Projektphase mit einem Zwischenbericht abgeschlossen werden, der auch Vorschläge für mögliche inhaltliche Schwerpunkte der weiteren Projektarbeit enthalten soll.

## 7.3 Ergebnisse

### **Basisanalyse "Neue Medien und Medienmärkte"**

Nach einer einführenden Erläuterung des verwendeten Medienbegriffs und dem Herausstellen wichtiger übergreifender Trends wird von den Autoren die Analyse in drei Schritten vorgenommen: Zunächst werden Medienmärkte und -segmente grob charakterisiert (inklusive Zeitreihen). Dann erfolgt in einem "Priorisierung" genannten qualitativen Rating eine Einschätzung anhand von vier Kriterien, um auf diese Weise zu einer überschaubaren Anzahl relevanter Themen bzw. Marktsegmente zu gelangen. Diese werden in einem dritten Schritt einer vertiefenden Analyse unterzogen. Dieser Teil hat wiederum eine Abfolge von jeweils drei Schritten: Erstens erfolgt der Blick auf internationale Entwicklungen, zweitens wird die eigentliche Vertiefungsanalyse vorgenommen, und drittens werden Schlussfolgerungen entwickelt, auch hinsichtlich politischer Handlungserfordernisse. Die Größenordnung der Märkte, die einer Grobcharakterisierung unterzogen werden, verdeutlichen folgende Zahlen: Der Ge-

samtmarkt umfasst ca. 208 Mrd. DM (1999), davon entfallen auf "Inhalte" ca. 106 Mrd. DM, auf "Übertragungswege" ca. 43 Mrd. DM und auf "Endgeräte" ca. 60 Mrd. DM.

Bei der "Priorisierung" werden die grob charakterisierten Mediensegmente (bei "Inhalten" etwa Film, Buchhandel, Zeitungen usw.) anhand folgender vier Kriterien untersucht: wirtschaftliche Potenz und Dynamik, soziale Auswirkungen (z.B. ungleiche Zugangschancen), kulturelle Relevanz (z.B. Entstehung neuer Kulturformen) und regulatorische Erfordernisse. Auf diese Weise wurden 17 Einzelthemen gewonnen, die wie folgt gruppiert werden können:

- für den Musikbereich paradigmatisch MP3,
- für den Textbereich Online-Buchhandel und andere Vertriebsformen (wie Online-Textvertrieb, eBooks und Hörbücher), inklusive eines Fallbeispiels zum Internet-Marketing am Beispiel "Harry Potter",
- im Bereich Hörfunk "Web-Radio",
- beim Fernsehen PayTV und digitales interaktives Fernsehen sowie die Darstellung einer kabelbezogenen Ausbaustrategie in einem Fallbeispiel aus den Niederlanden,
- für den Bereich Spiele "Online Games" und der Markt netzfähiger Spielekonsolen,
- zum Mobilfunk ein internationaler Vergleich zur Mobilfunknutzung, die Beschreibung der Situation in Deutschland sowie ein Ausblick auf die kommende UMTS-Handy-Technik,
- die Internetnutzung anhand der deutschen und europäischen Nutzungszahlen, inklusive eines Fallbeispiels zum Thema Filmmarketing anhand des Films "Blair Witch Project", und abschließend
- eine Charakterisierung der Diskussion und der Entwicklung beim "e-Government".

Den Autoren kommt es darauf an, das Aufbrechen traditioneller und die Möglichkeit der Entwicklung neuer Wertschöpfungsketten zu zeigen - deren langfristiger Erfolg ist aber derzeit noch alles andere als gesichert. Bei den sozialstrukturellen Gesichtspunkten ist das Umgehen traditioneller wertsetzender und auswählender "Filterinstanzen" und die Herausbildung neuer Ordnungsinstanzen (z.B. themenbezogene Portale) zu beachten. Hinsichtlich der Internetnutzung besteht die Möglichkeit einer "digitalen Spaltung der Gesellschaft", der u.a. durch öffentliche Zugangsmöglichkeiten begegnet werden kann.

## 7.4 Publikationen und Materialien

### *In Auftrag gegebene Gutachten*

- Neue Medien und Medienmärkte (Booz·Allen & Hamilton, Düsseldorf)
- Neue Produktions-, Vermittlungs- und Rezeptionsformen in ausgewählten Kulturbereichen (PROGNOS AG, Basel)
- Kulturverständnis und Kulturkonzepte im Wandel; Wechselwirkungen zwischen Neuen Medien und Kultur (IMPK, Berlin)

## 7.5 Projektbearbeiter

Prof. Dr. Herbert Paschen (0 30/2 84 91-0)  
Bernd Wingert (0 72 47/82-39 93)  
Prof. Dr. Gerhard Banse (0 72 47/82-39 78)  
Gotthard Bechmann (0 72 47/82-27 05)

## 8. E-Commerce

### 8.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Die sich abzeichnende Karriere des E-Commerce ist Anlass gewesen für einen Vorschlag aller Fraktionen des **Ausschusses für Wirtschaft und Technologie**, das TAB mit einer Studie zu den "**Wirtschaftlichen Perspektiven des elektronischen Handels**" zu beauftragen. Das aus dieser Themeninitiative vom TAB entwickelte **TA-Projekt "E-Commerce"** hat als Hauptgegenstand die jeweils erwarteten Diffusionsprozesse, Strukturveränderungen und deren Konsequenzen sowie die Zeithorizonte. Ziel des Projektes ist eine anwendungsorientierte Bestandsaufnahme und Bewertung der Rahmenbedingungen, der Folgen, Chancen und Konflikte sowie der Gestaltungsmöglichkeiten eines ökonomisch und sozial verträglichen elektronischen Handels. Dazu sind entsprechend die möglichen politischen Handlungsoptionen herauszuarbeiten. Das TA-Projekt wurde im Sommer 2000 begonnen.

#### *Rahmenbedingungen*

Nach einer Studie von Forrester Research könnte Deutschland mit einem Umsatz von über 400 Mrd. Euro im Jahr 2004 Spitzenreiter unter den europäischen Ländern beim E-Commerce werden. Dabei spielen, neben den Handelsunternehmen, große Industrie- und Dienstleistungsunternehmen mit der Etablierung "virtueller Märkte" - man denke an DaimlerChrysler, Bosch, BASF oder die Deutsche Post - eine immer wichtigere Rolle. Dies sind nur einige Beispiele von vielen für die (weltweite) strategische Neuausrichtung von Geschäftsfeldern in der Wirtschaft. Wie plausibel ist aber die These, dass die Zukunft des Handels im Internet liegt?

#### *Formen und Akteure*

Beim E-Commerce haben sich mindestens vier Ausprägungsformen etabliert:

- der Handel zwischen Unternehmen ("**business-to-business**" oder auch "B2B"),
- der Handel zwischen Unternehmen und Konsumenten ("**business-to-consumer**" oder auch "B2C"),

- der Handel zwischen Unternehmen und der öffentlichen Hand ("**business-to-government**") sowie
- der Handel zwischen Privatpersonen ("**consumer-to-consumer**").

Nach übereinstimmender Einschätzung von Experten entfällt das größte Volumen des elektronischen Handels in absehbarer Zeit auf den Handel zwischen Unternehmen, auch wenn der elektronische Handel mit Konsumenten in der Öffentlichkeit die größere Beachtung genießt. Der Handel zwischen Unternehmen und der öffentlichen Hand wird im Wesentlichen aus zwei Gründen thematisiert: Einerseits soll die öffentliche Hand bei der Etablierung des elektronischen Handels eine Pilotrolle einnehmen, andererseits wird bei ihr am ehesten ein Nachholbedarf in Form der Effektivierung des "Beschaffungswesen" vermutet. Der Bereich des Handels zwischen Privatpersonen birgt vielleicht das größte Potenzial für die Erschließung **neuer** Märkte. Was z.B. bisher an gebrauchten Gütern über Flohmärkte oder Kleinanzeigen verkauft werden konnte, erreicht über große Datenbanken und das Internet einen größeren und effektiveren Markt.

### *Produkte und Medien*

Bisher geht es beim elektronischen Handel überwiegend um herkömmliche Produkte, wie Bücher, Tonträger, Flugtickets, Bekleidung. Hier heißt elektronischer Handel, dass die Bestellung elektronisch abgewickelt wird. Dagegen wird die Bezahlung in vielen Fällen, die Auslieferung immer konventionell erledigt. Davon abzugrenzen ist der Handel mit digitalen Produkten (z.B. MP3-Musikdateien), Diensten (z.B. Übersetzungsdienste) oder Anrechten (z.B. elektronische Briefmarken). Vielfach wird erst beim Handel mit digitalen Gütern von einem "**vollständigen**" **elektronischen Handel** gesprochen.

Was die beteiligten Medien angeht, steht das **Internet** momentan im Zentrum des Interesses. Aber auch das **Fernsehen** könnte eine Plattform für den elektronischen Handel werden (und ist es in einem bestimmten Umfang auch schon). Schließlich wird das **Mobiltelefon** als eine weitere erfolgversprechende Plattform für den elektronischen Handel diskutiert ("M-Commerce").

### *Leitende Fragestellungen*

Für die Bestandsaufnahme und Bewertung des Themenfeldes wurden u.a. die folgenden leitenden Fragestellungen definiert:

- Welche Perspektiven bietet der elektronische Handel (zwischen Unternehmen, zwischen Unternehmen und Privatkunden, sowie zwischen Unternehmen und der öffentlichen Hand) für **Wachstum und Beschäftigung in Deutschland**?
- Welche Chancen und Herausforderungen entstehen für **kleine und mittelständische Unternehmen (KMU)** aus der Verbreitung des E-Commerce?
- Welche Möglichkeiten zum **Bürokratieabbau**, zu **Effizienzsteigerungen** und zur **Verbesserung der Dienstleistungsqualität in der öffentlichen Verwaltung** entstehen durch die Teilnahme am E-Commerce? Wie kann das **öffentliche Beschaffungswesen** durch E-Commerce optimiert werden?
- Welche Folgen sind durch den verstärkten Einsatz des elektronischen Handels für den **Arbeitsmarkt und die Arbeitswelt** zu erwarten? Welches sind diesbezügliche Erfahrungen im Ausland?
- Wie wird sich die **Struktur der Unternehmen** durch E-Commerce verändern? Bietet E-Commerce besonders für kleine und mittlere Unternehmen eine Chance, oder wird E-Commerce einen zusätzlichen Impuls zu stärkerer **Konzentration** in der Wirtschaft geben?
- Welchen **rechtlichen Deregulierungs- bzw. Regulierungsbedarf** gibt es, um die Potenziale des elektronischen Handels in Deutschland möglichst zur vollen Entfaltung zu bringen?

Übergreifend sind für die Studie Fragen der Definition zu beantworten und Probleme der Abgrenzung von anderen Handelsformen oder der Unterscheidung zwischen privaten Akteuren und Unternehmen zu lösen. Weiteren Untersuchungsfragen soll im Einzelnen nachgegangen werden:

- Wie entwickelt sich die Ausstattung der privaten Haushalte und die Medienkompetenz der Bürger, und wie entwickeln sich die TK-Tarife?
- Wie und in welchem Umfang werden das produzierende Gewerbe, der Zwischen- und Einzelhandel sich auf das verändernde Bestell- und Kaufverhalten (online, rund-um-die-Uhr) der Kunden reagieren? Mit welchen Produktionskonzepten, Logistikstrategien und infrastrukturellen Maßnahmen könnte das wachsende Aufkommen adäquat bewältigt werden, damit sich hier kein Diffusionsengpass aufbaut?
- Wie gut werden E-Commerce-Angebote und die neuen Marketingfunktionen des E-Commerce durch den Konsumenten akzeptiert?
- Wie wird sich der spezifische Arbeitskräftebedarf im Bereich Netzwerke und E-Commerce entwickeln?
- Wie werden die Fragen der Datensicherheit und des Datenschutzes gelöst?



- Welche Bedeutung haben Alternativen zum internetbasierten elektronischen Handel, wie z.B. elektronischer Handel über das Fernsehen oder über Mobiltelefone?
- Welche Folgen hat der elektronische Handel unter ökologischen Gesichtspunkten im weitesten Sinne (verkehrliche Aspekte, Dematerialisierung, Abfallvermeidung, Energieeffizienz etc.)?
- Heißt elektronischer Handel zwingend grenzüberschreitender Handel? Welche wirtschaftsstrukturellen Auswirkungen sind durch eine weitere Internationalisierung des Handels zu erwarten? Welche Politikrelevanz hat diese mögliche Entwicklung?
- Welches sind die bereits jetzt bearbeiteten und die zukünftigen Politikfelder, die im Zusammenhang mit dem elektronischen Handel diskutiert werden (Steuerregelungen, Zoll, Verbraucherschutz, Datenschutz, Urheberrechte, Vertragsrecht). Dabei sind die unterschiedlichen staatlichen, regionalen und institutionellen Ebenen zu beachten (Nationalstaat, EU, UNO und Unterorganisationen, WIPO, WTO, OECD, G8, ICANN). Wo besteht noch ein dringender politischer Handlungsbedarf?
- Wie ist die Situation bei den für den elektronischen Handel wichtigen Standardisierungs- und Normierungsverfahren?
- Wo liegen die Chancen für innovative Unternehmensneugründungen, neue Geschäftsfelder und Dienstleistungen ("Communities", "Preisagenturen", "Cybermediaries" etc.) im Kontext des elektronischen Handels?
- Welches könnten (falls erforderlich) erfolgreiche Modelle der Wirtschaftsförderung, Struktur- und Industriepolitik sein?

## 8.2 Stand der Arbeiten

Das TA-Projekt wurde im Sommer 2000 begonnen. Es ist in zwei Arbeitsphasen gegliedert. Angesichts der Breite und der Komplexität des Untersuchungsfeldes sollte zunächst in einer Vorphase in Expertenrunden und durch Kurzgutachten eine erste Bestandsaufnahme des aktuellen Wissens- und Forschungsstandes zu ausgewählten Dimensionen des Themenkomplexes vorgenommen werden. Danach wird im Verlaufe des Jahres 2001 eine Zwischenberichterstattung in Form von mehreren Fachgesprächen und Hintergrundpapieren erfolgen. In einer zweiten Arbeitsphase wird dann auf der Basis weiterer vertiefender Gutachten der Endbericht erstellt und im Frühjahr 2002 vorgelegt.

### 8.3 Publikationen und Materialien

#### *In Auftrag gegebene Gutachten zur Phase I*

- E-Commerce - eine Bestandsaufnahme (Dr. A. Kaapke; Institut für Handelsforschung, Universität Köln/E-Commerce Center Handel [ECC], Köln)
- Technische Plattformen und Infrastrukturen für E-Commerce (Dipl.-Wi.-Ing. H. Delpho; Prognos AG, Basel)
- Produktionskonzepte und logistische Ketten in der Internet-Wirtschaft - Trends und Perspektiven (PD Dr. J. Weyer; Forschungsinstitut für Telekommunikation [FTK]/elog e.V., Dortmund)
- E-Commerce im Geschäftsbereich (Dr. Th. Wichmann; Berlecon Research GmbH, Berlin)
- Handel mit digitalen Gütern (Dr. W. Seufert; Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung [DIW], Abt. Industrie, Dienste und Technologie, Berlin)
- Wirtschaftspolitische Aspekte des E-Commerce: Themen und Akteure (Dr. S. Bach, Dr. G. Erber; Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung [DIW], Abt. Informationsgesellschaft und Technologie, Berlin)
- Die politische Arena des E-Commerce: Themen und Akteure (Prof. Dr. Th. Hoeren; Westfälische Wilhelms-Universität, Institut für Informations-, Telekommunikations- und Medienrecht, Zivilrechtliche Abteilung, Münster)

### 8.4 Projektbearbeiter

Ulrich Riehm (0 72 47/82-39 68)  
 Dr. Carsten Orwat (0 72 47/82-29 89)  
 Dr. Thomas Petermann (0 30/2 84 91-0)  
 Dr. Christoph Revermann (0 30/2 84 91-1 09)

## 9. Biometrische Systeme

### 9.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Biometrische Verfahren sollen es ermöglichen, einen Menschen anhand seiner natürlichen, einmaligen und unveränderlichen Merkmale zu erkennen und ein-

deutig zu identifizieren. Durch die Verwendung von z.B. Fingerabdruck, Stimme, Gesicht oder Handschrift haben biometrische Merkmale gegenüber PINs und Passwörtern den Vorteil, dass sie personengebunden sind und daher weder vergessen oder weitergegeben werden noch verloren gehen können. Diese Eigenschaften machen die Biometrie für den Einsatz bei der Absicherung von Rechnern, im Zahlungsverkehr oder bei der Kontrolle des Zugangs zu Bahnhöfen, Flugplätzen, Grenzanlagen etc. interessant.

Nach Einschätzung von Experten steht die Biometrie kurz vor ihrem Durchbruch für den Einsatz im Massenmarkt. Als besonders aussichtsreich gilt der Einsatz von Biometrie in Kombination mit Smart Cards. Während bisher Zugangs- und Zeitkontrollsysteme sowie Hochsicherheitstrakte die Hauptanwendungsfelder bildeten, werden seit einigen Jahren insbesondere in den USA neue Anwendungsfelder, z.B. bei Sozialversicherungsausweisen oder Führerscheinen, erschlossen. Als besonders zukunftssträftig gilt der Bereich E-Commerce, wengleich überzeugende Anwendungsfelder noch nicht genau identifiziert worden sind.

US-amerikanische Unternehmen gelten als Vorreiter, aber auch in Deutschland entwickeln zurzeit zahlreiche Firmen biometrische Systeme. Potenzielle Anwender und Betreiber testen derzeit Produkte. Der Markt für Biometrie wird für das Jahr 2003 in Nordamerika auf etwa 120 Mio. Euro geschätzt, der Markt in Europa soll sich mit rund 40 Mio. Euro zum weltweit zweitgrößten Absatzmarkt entwickeln.

Vor dem Hintergrund dieses sich abzeichnenden Diffusionsverlaufs ist eine Diskussion um die Folgenaspekte der Biometrie entbrannt: Sie betreffen u.a.

- **Verlässlichkeit und Manipulationssicherheit,**
- **Datenschutz und informationelle Selbstbestimmung,**
- **Verbraucherschutz, Rechtsfragen und die Rolle der Politik.**

Der Kenntnisstand in Deutschland über die derzeit laufenden Projekte und die bereits realisierten Vorhaben - auch im Ausland - wird erst langsam besser. Eine Studie des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) untersucht die Perspektiven der "Zukunftstechnologie Biometrie". Im Rahmen eines laufenden Pilotversuchs (BioTrusT) wird die biometrische Identifizierung im Zahlungsverkehr erprobt. Datenschutz- und Nutzeraspekte spielen eine besondere Rolle. Es mangelt aber bislang an Studien, die die wichtigsten Anwendungsfelder umfassend und systematisch analysieren und die damit verbundenen Chancen und Risiken darstellen und bewerten.

## 9.2 Stand der Arbeiten

Gemäß einem **Wunsch aus dem Berichterstatterkreis** beschäftigt sich das TAB mit dieser zukunftssträchtigen, aber auch umstrittenen Thematik. Im Rahmen vorbereitender Untersuchungen werden dabei bis zum Herbst 2001 zunächst durch Expertengespräche und Kurzgutachten das Untersuchungsfeld aufgeheilt, der Forschungsstand erhoben und gegebenenfalls auch Fragen für eine eventuelle vertiefende TA-Analyse definiert.

## 9.3 Publikationen und Materialien

### *In Auftrag gegebene Gutachten*

- Biometrische Identifikationssysteme: Auf dem Weg vom Labor zum Markt? Eine Bestandsaufnahme - unter Berücksichtigung der USA (Prof. Dr.-Ing. Michael Behrens, Prof. Dr. Richard Roth; TransMIT-Zentrum, Institut für biometrische Identifikationssysteme, Gießen)
- Stand der verbraucherpolitischen Diskussion zu biometrischen Erkennungsverfahren unter Berücksichtigung der Situation in den USA (RA Astrid Albrecht; Arbeitsgemeinschaft der Verbraucherverbände - AgV, Bonn)
- Stand der nationalen und internationalen Diskussion zum Thema Datenschutz bei biometrischen Systemen (Dr. Thomas Probst; Unabhängiges Landeszentrum für Datenschutz Schleswig-Holstein - ULD-SH, Kiel)

## 9.4 Projektbearbeiter

Dr. Thomas Petermann (0 30/2 84 91-0)

Dr. Arnold Sauter (0 30/2 84 91-1 10)



## IV. Monitoring-Vorhaben

### 1. Gentherapie und Gendiagnostik

#### 1.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Bereits 1993 hatte das TAB einen Bericht zu den Entwicklungsperspektiven und Problemen der Anwendung der genetischen Diagnostik vorgelegt. Es sind zwei Entwicklungen, die dazu führten, dass sich das TAB im Auftrag der Berichterstatter für Technikfolgenabschätzung des **Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung** des Deutschen Bundestages erneut mit dem Thema "genetische Tests" befasst und im April 2000 einen weiteren Bericht zur genetischen Diagnostik vorgelegt hat (TAB-Arbeitsbericht Nr. 66). Zum einen ist mit dem Abschluss des internationalen Projektes der vollständigen Sequenzierung des menschlichen Genoms zu erwarten, dass sich die Möglichkeiten der Diagnose von genetischen Merkmalen, die für die Entstehung von Krankheiten (mit)verantwortlich sind, immens erweitern werden. Zum anderen zeichnen sich technische Entwicklungen ab, die die Durchführung "genetischer Tests" in der medizinischen Praxis erheblich vereinfachen könnten, womit sich die Perspektive einer routinemäßigen Nutzung genetischer Tests in vielen medizinischen Praxisfeldern eröffnet.

Der vom TAB 1993 vorgelegte Bericht umfasste Untersuchungen für die Bereiche genetische Beratung und pränatale Diagnostik, Nutzung genetischer Analysen am Arbeitsplatz sowie Nutzung genetischer Analysen durch Versicherungen. Ziel der erneuten Befassung mit dem Thema Gendiagnostik war es, die neuen und sich heute abzeichnenden technischen Möglichkeiten, den aktuellen Stand der praktischen Nutzung genetischer Diagnostik sowie den Stand der gesellschaftlichen Diskussion in den schon 1991/92 untersuchten Bereichen zu analysieren. Der Charakter des Monitoring-Vorhabens entspricht somit dem eines **"Update" des 1993 vorgelegten Berichtes**.

#### 1.2 Ergebnisse

Die Zahl der Krankheiten, für die genetische Ursachen bekannt sind, ist in den letzten Jahren enorm angewachsen. Seit Ende der 80er Jahre ist zudem zu be-

obachten, dass Ergebnisse der Genomforschung eine **wachsende Zahl von neuen Diagnosemöglichkeiten in Form so genannter genetischer Tests** für die medizinische Praxis verfügbar machen. Im Feld der **humangenetischen Beratung** und insbesondere in der **pränatalen Diagnose von Feten im Rahmen der Schwangerschaftsvorsorge** wurden genetische Diagnoseverfahren für Behinderungen und Erkrankungen, für die Veränderungen der Chromosomen verantwortlich sind, schon zu diesem Zeitpunkt vielfach genutzt. Auch erste genetische Tests, die Mutationen einzelner Gene für monogen bedingte relativ seltene Erbkrankheiten identifizieren können, fanden Eingang in die humangenetische Beratungspraxis und erweiterten und verbesserten die Diagnosemöglichkeiten. Ratsuchende, denen bisher nur auf der Basis von Familienanamnesen gewonnene Wahrscheinlichkeitsaussagen über ihr persönliches Risiko, Träger der erblichen Anlagen für eine Krankheit zu sein, angeboten werden konnten, eröffnete sich nun z.T. die Möglichkeit, Gewissheit über das Vorliegen bzw. Nicht-Vorliegen der entsprechenden erblichen Anlagen zu erlangen. Von Beginn an wurde diese erwünschte und für die Ratsuchenden hilfreiche Verbesserung der Diagnostik aber auch im Zusammenhang mit **neuen Problemen diskutiert, die sich aus den erweiterten gendiagnostischen Möglichkeiten ergeben:**

- Genetische Tests auf DNA-Ebene ermöglichen eine prädiktive Diagnostik vor Ausbruch einer Erkrankung, **ohne dass therapeutische oder präventive Maßnahmen zur Verfügung stünden**. Die Diagnose konfrontiert den Ratsuchenden dann (im Falle monogener Erkrankungen) mit einem unausweichlichen genetisch bestimmten Schicksal und kann so eher zur Belastung und nicht zur Hilfe in der eigenen Lebensplanung werden.
- Immer mehr genetische Merkmale können diagnostiziert werden. Dabei droht die **Unterscheidung zwischen "krank" und "gesund" unscharf zu werden**. Fraglich ist, welchen Sinn Diagnosen machen, die nicht eine manifeste Erkrankung, sondern lediglich eine Anfälligkeit oder ein Risiko für eine Erkrankung identifizieren.
- In Bezug auf die Nutzung genetischer Tests im Rahmen der pränatalen Diagnose wird die Gefahr gesehen, dass alles, was getestet werden kann (auch leichtere Entwicklungsstörungen oder Merkmale ohne Krankheitswert), auch getestet und hieraus die unmittelbare Konsequenz eines Abbruchs der Schwangerschaft gezogen wird. Insbesondere Selbsthilfegruppen von Behinderten warnen vor einer **eugenischen Selektion von Feten** und einer **Diskriminierung von Behinderten**, deren Existenz mit zunehmenden Testmöglichkeiten als "vermeidbar" angesehen werden könnte.

- Die Ausweitung der Testmöglichkeiten - vor allem auch für Krankheitsanfälligkeiten - **macht einen Missbrauch der Diagnosen durch Arbeitgeber und Versicherungen möglich.** Der Abschluss von Versicherungs- und Arbeitsverträgen könnte vom "genetischen Profil" des Versicherungsnehmers bzw. des Arbeitnehmers abhängig gemacht werden.

## Stand der Humangenomforschung

Seit Beginn des Jahres beherrscht die Berichterstattung über den Wettlauf um die Entschlüsselung des menschlichen Genoms die Medien. Auch die Diskussion um die oben angesprochenen Chancen und Risiken genetischer Diagnostik wird vor diesem Hintergrund wieder intensiv geführt. Mit der Sequenzierung eines Basis- oder Referenzgenoms ist das erklärte Ziel der internationalen Humangenomforschung, aus der Struktur des menschlichen Genoms die Funktion einzelner Gene aufzuklären, mittlerweile **einen Schritt näher gerückt, aber bei weitem noch nicht erreicht.** Das "Referenzgenom" beschreibt die gemeinsame genetische Ausstattung der Menschen und ermöglicht einen Vergleich mit dem Genom anderer Organismen. Zu einer Aufklärung der Funktion einzelner Gene und insbesondere an der Entstehung von Krankheiten beteiligter Genmutationen sind jedoch die genetischen Unterschiede zwischen den Menschen, also die Variation innerhalb des Genoms, von größerer Bedeutung. In medizinischer und pharmazeutischer Hinsicht sind vor allem mit Krankheiten verbundene genetische Varianten bedeutsam. Zur Aufklärung solcher Variationen und ihrer medizinischen Bedeutung wird zurzeit international eine Reihe unterschiedlicher Forschungsstrategien verfolgt.

Dass das bloße Wissen um Sequenzen von Genen oder Proteinen allein nur einen geringen erklärenden Wert hat, ist wissenschaftlich unumstritten, auch wenn dieser Umstand durch die vorrangige Konzentration auf die Sequenzermittlung bei der Diskussion über die Genomforschung zeitweilig kaum noch erwähnt wurde. Mit Fortschreiten des internationalen Human Genome Projektes **wird zunehmend die Komplexität der eigentlichen Aufgabe, der angestrebten Funktionsaufklärung, thematisiert.** Dabei wird durchaus auch die grundsätzliche Eignung der systematischen, primär quantitativ ausgerichteten "Big-Science"-Projekte hinterfragt, tatsächlich zur Erarbeitung eines fundamentalen Verständnisses z.B. von Krankheitsgeschehen beizutragen.



## Genetifizierung der Medizin?

Fortschritte in der Identifizierung genetischer Ursachen der Entstehung von Krankheiten der letzten Jahre sind allerdings bereits heute zu verzeichnen. Die Zahl der im sog. McKusick-Katalog verzeichneten Krankheitsbilder, für die genetische Ursachen bekannt sind, betrug im Jahr 1992 rund 5.000. Mittlerweile ist sie auf rund 10.000 angewachsen. Waren bisher nur Tests für eher seltene Erbkrankheiten verfügbar, werden nun zunehmend auch Tests für weitverbreitete Volkskrankheiten entwickelt. Relevant für die Durchführung genetischer Tests in der medizinischen Praxis, sind auch **Fortschritte in der Entwicklung der Testtechnologie**. Bisher ist die Durchführung genetischer Diagnostik ein aufwendiger und spezielles Know-how erfordernder Vorgang. Dies wird sich durch so genannte **DNA-Chips**, die es ermöglichen, mittels einer einzigen Gewebeprobe in einem Arbeitsgang mehrere hundert genetische Merkmale gleichzeitig zu testen, ändern.

Die sich abzeichnende Erleichterung der Testdurchführung und die Zunahme der Testmöglichkeiten haben dazu geführt, dass ein Thema in der aktuellen Diskussion um die Möglichkeiten genetischer Diagnostik vorherrschend ist: die Möglichkeit, dass - gegenüber der bisherigen Fokussierung der Humangenetik auf die seltenen monogenen Erkrankungen - wenn nicht schon jetzt, so doch in naher Zukunft eine massive Ausweitung der genetischen Testmöglichkeiten und -praxis auf **multifaktoriell bedingte, weitverbreitete "Volkskrankheiten" wie Herz-Kreislauf-, Krebs- oder neurodegenerative Erkrankungen** erfolgen wird. Je nach Position wird dabei entweder betont, dass dieser Prozess einhergehen wird mit einem erweiterten Verständnis der tatsächlichen Krankheitsursachen und der Entwicklung hochspezifischer, individuell abstimbarer Präventionsmaßnahmen. Oder aber es wird eindringlich davor gewarnt, dass die Ausweitung der Testpraxis weitgehend unkontrolliert geschehen wird, ohne Einhaltung bisheriger ethischer und qualitätssichernder Standards, mit der Folge einer **unreflektierten "Genetifizierung"** der Medizin wie der gesamten Gesellschaft, bei gleichzeitiger **Öffnung einer Schere zwischen diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten**.

### Stand der Nutzung

Zum jetzigen Zeitpunkt fällt es schwer, zu diesen globalen Szenarien eine nüchterne Einschätzung abzugeben. Auffällig in der Diskussion ist aber, dass

auch diejenigen (Forscher, Mediziner, Humangenetiker), die grundsätzlich die sich mit der Humangenomforschung neu ergebenden medizinischen - nicht nur diagnostischen, sondern langfristig auch therapeutischen - Möglichkeiten hoch bewerten, zunehmend vor den **Möglichkeiten des Missbrauchs und des "Wildwuchses" genetischer Diagnostik** warnen. Auf der Basis des im Rahmen des TAB-Projektes durchgeführten Recherchen scheinen folgende Aussagen die derzeitige Situation angemessen zu charakterisieren:

- Es konnte in den vergangenen Jahren eine Ausweitung der genetischen Diagnostik beobachtet werden. Dies betraf zum überwiegenden Teil den Bereich der **Pränataldiagnostik** (vor allem Ausweitung der Chromosomenanalysen). Hier zeigen sich erhebliche Probleme: Eine erforderliche Beratung der Schwangeren findet kaum statt, tendenziell gilt nun nahezu jede Schwangerschaft als Risikoschwangerschaft. Mit der Novellierung des § 218 hat sich das Problem ergeben, dass Abtreibungen bei einer festgestellten Behinderung oder Erkrankung des Fetus auch nach der 24. Schwangerschaftswoche möglich sind. Die Entwicklung der **Präimplantationsdiagnostik** - der genetischen Diagnose von Embryonen vor Einführung in die Gebärmutter im Rahmen einer künstlichen Befruchtung - hat die Themen "**moralischer Status des Embryos**" und "**eugenische Selektion**" neu auf die Tagesordnung gebracht.
- In der klinischen Praxis erfolgt eine Diagnostik menschlicher DNA nach wie vor fast ausschließlich zu **monogenen Erbkrankheiten**, bei denen sich die Testmöglichkeiten quantitativ durchaus erweitert haben. In der überwiegenden Zahl dienen sie der Diagnoseerstellung ausgebrochener Krankheiten, zur Abklärung diskreter Symptome bei Menschen aus belasteten Familien oder der Heterozygotendiagnostik bei autosomal rezessiven oder X-chromosomalen Krankheiten wie Mukoviszidose.
- Die seit Jahren diskutierte Gefahr einer Nutzung genetischer Diagnostik bzw. der Ergebnisse genetischer Test durch **Lebens- und Krankenversicherer** hat sich bisher in Deutschland nicht in einer entsprechenden Praxis konkretisiert. Die Versicherer befinden sich aber nach wie vor in einer "Warteposition" und behalten sich vor, bei entsprechend geänderten Rahmenbedingungen genetische Tests zu nutzen. Die im Ausland - insbesondere in Großbritannien - derzeit feststellbare Tendenz einer erweiterten Nutzung genetischer Diagnosen durch Versicherungen könnte auch in Deutschland und anderen Ländern schnell zu einer Aufgabe der Zurückhaltung führen.

- Zwei neue Anwendungsbereiche der DNA-Diagnostik außerhalb der Human-genetik haben in den vergangenen Jahren vermutlich die stärkste Verbreitung und praktische Bedeutung in der angewandten Medizin gefunden, nämlich die verbesserte **Differentialdiagnostik von Infektionskrankheiten und von Tumorerkrankungen**. Diese Anwendung genetischer Diagnostik kann als eine Erweiterung allgemeiner medizinischer Krankheitsdiagnostik verstanden werden, die keine mit der Diagnostik von erblichen Merkmalen vergleichbaren Probleme aufwirft.
- In den vergangenen zwei Jahren wurden darüber hinaus als konkrete, ökonomisch möglicherweise attraktive Anwendungen der Genomforschung besonders intensiv die **Pharmako- und Toxikogenomik** diskutiert, die genetisch bedingte Unterschiede im Stoffwechsel von Medikamenten und Giftstoffen untersuchen.
- Insbesondere aus diesen beiden Bereichen erwartet man mögliche Auswirkungen auf eine Nutzung entsprechender Tests vor allem zur prädiktiven Abklärung genetisch bedingter Empfindlichkeiten gegenüber bestimmten Stoffen am **Arbeitsplatz**. Zum jetzigen Zeitpunkt werden DNA-Analysen in der Arbeitsmedizin, soweit bekannt, nicht eingesetzt, wohingegen Verfahren auf Chromosomen- und Genproduktebene zum Nachweis erworbener Schädigungen durch Expositionen fest etabliert sind.
- Das Thema, das zurzeit die Diskussion um Chancen und Risiken genetischer Diagnostik vor allem bewegt, ist die **prädiktive Diagnostik**, d.h. die Diagnose einer Krankheitsdisposition vor Auftreten der ersten Symptome. Das Spektrum dessen, was unter diesen Begriff fällt, ist sehr weit und ohne definierte Übergänge: Unter den immer wieder diskutierten, exemplarischen Beispielen reicht es von der Diagnose spätmanifestierender, dominanter Krankheiten wie der Chorea Huntington über die Bestimmung des Brustkrebsrisikos bei Mutation des BRCA-Gens bis hin zur Analyse der ApoE-Allele als Indikatoren eines Alzheimer-Risikos. Der medizinische Nutzen solcher Tests, die keine sichere Prognose über den Ausbruch einer Krankheit, sondern nur die Feststellung eines erhöhten Risikos erlauben, ist problematisch und auch unter Fachleuten umstritten.

### **Ausweitung der Testpraxis?**

Weder die Hoffnungen noch die Ängste bezüglich einer **umfassenden prädiktiven genetischen Diagnostik** im Sinne einer Diffusion prädiktiver Tests in die

allgemeine medizinische Praxis sind durch die zum momentanen Zeitpunkt gegebenen realen Möglichkeiten substantiell begründet. Das heißt weder, dass eine Ausdehnung genetischer Tests - vermutlich zunächst in moderater Weise - nicht stattfinden wird, noch kann dies die derzeit schon bestehenden Probleme der Nutzung genetischer Diagnostik relativieren.

Für eine Ausweitung genetischer Tests spricht mit am stärksten der "**technologische Druck**", der auf Dauer von den wachsenden Anwendungsmöglichkeiten der DNA-Chip-Technologie und der damit gegebenen Vereinfachung und Verbilligung der Diagnostik ausgehen wird. Auch die wachsende Bedeutung des Präventionsgedankens im System der Gesundheitsversorgung könnte zusammen mit dem (auch bei Medizinern verbreiteten) Mangel an Wissen über Leistungen und Grenzen genetischer Diagnostik zu einer Testpraxis führen, die sich eher am Prinzip "Was diagnostizierbar ist, sollte auch diagnostiziert werden" als an einer gründlichen medizinischen Abwägung des Nutzens eines Testangebotes für den Patienten orientiert.

Gegen eine massive Ausweitung der Testpraxis - insbesondere prädiktiver genetischer Tests zu multifaktoriellen Krankheitsrisiken, zumal wenn keine spezifischen Präventionsmöglichkeiten angeboten werden können - spricht deren äußerst begrenzte Aussagekraft, die um so geringer ist, je mehr Faktoren an einem Krankheitsausbruch beteiligt sein können. Medizinisch macht es keinen relevanten Unterschied, ob ein allgemeines Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder auch Krebs um einige Prozent erhöht ist - die Empfehlungen für eine gesunde Ernährungs- und Lebensweise bleiben die gleichen. Dies mag zwar den durchschnittlich informierten Patienten nicht davon abhalten, trotzdem einen Test zu wünschen - dem entgegen steht jedoch die notwendige Übernahme der Kosten durch die Krankenkassen.

Sollte es zu einer relevanten Ausweitung der Testpraxis kommen, werden sich die bestehenden Probleme der humangenetischen Beratung und der Pränataldiagnostik wahrscheinlich massiv verschärfen. Eine angemessene medizinische Aufklärung und psychosoziale Betreuung von Patienten und auch eine technisch qualifizierte Durchführung von Tests und wissenschaftlich einwandfreie Interpretation von Testergebnissen wäre kaum noch zu gewährleisten. In dieser Hinsicht zumindest bei der Pränataldiagnostik heute bereits deutliche Probleme zeigen, dass die standesrechtliche Selbstregulierung eines sich so dynamisch entwickelnden Feldes wie der Gendiagnostik hinsichtlich der Vermeidung von Fehlentwicklungen überfordert sein könnte. Da eine Diffusion genetischer Diagnostik in weitere Anwendungsfelder (über die humangenetische Beratung und die pränatale Diagnostik hinaus) nicht auszuschließen ist - zu-

mindest die Frage der Nutzung von Testergebnissen durch Versicherungen wird sich in naher Zukunft mit einiger Sicherheit stellen -, erscheint die neuerliche intensive politische Beschäftigung mit dem Thema Gendiagnostik sowie die Diskussion um die **Setzung von Rahmenbedingungen durch ein Gendiagnostikgesetz** durchaus angebracht.

### **Gesetzliche Regelung der genetischen Diagnostik**

Ein Blick auf entsprechende Regelungen im **österreichischen Gentechnikgesetz** und einen Entwurf für ein **Gendiagnostikgesetz in der Schweiz** kann für die zentralen Aspekte möglicher gesetzlicher Regelungen instruktiv sein. Die beiden Gesetzestexte weisen in Einzelfragen eine unterschiedliche Regelungstiefe, was die als relevant angesehenen Regelungsfragen und die Inhalte der Regelungen angeht, aber auch deutliche Überschneidungen auf.

- Leitendes Prinzip der Regelung ist die Eingrenzung der Nutzung von Gendiagnostik auf **medizinische Zwecke** und die Bindung der Veranlassung genetischer Untersuchungen an den **Arztvorbehalt** bzw. eine fachärztliche Qualifikation.
- Der Einsatz von Gendiagnostik oder die Nutzung von genetischen Daten durch **Arbeitgeber und Versicherungen** wird **restriktiv** geregelt (grundsätzliches Verbot bzw. Verbot mit wohldefinierten Ausnahmen).
- Das **Selbstbestimmungsrecht** der untersuchten Person prägt sowohl die Regelungen zur Durchführung von Tests, die nur mit schriftlicher Zustimmung der zu untersuchenden Person erfolgen kann, als auch die Regelungen zum Umgang mit den genetischen Daten, die im Prinzip nicht - und wenn, nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Klienten/der Klientin - an Dritte (auch an Verwandte) weitergegeben werden dürfen.
- Die **Qualität der genetischen Beratung** ist Gegenstand von Regelungen, die im Einzelnen die Art der im Beratungsgespräch zu vermittelnden Informationen, die Ausrichtung der Beratung am Prinzip der Nicht-Direktivität und die strikte Bindung der Durchführung genetischer Untersuchungen an eine ausführliche (auch psychosoziale) Beratung vor und nach der Diagnose vorschreiben.
- Zur Sicherung der Qualität von Diagnose und Beratung wird die Durchführung genetischer Untersuchungen von einer staatlichen **Zulassung der gendiagnostischen Labore, Praxen oder Institute** abhängig gemacht.

- Insbesondere in Bezug auf die **Pränataldiagnostik** wird neben der Qualität der humangenetischen Beratung auch eine **unabhängige (nicht medizinische oder humangenetische) Beratung** (zumindest als Option) sowie die Gewährleistung eines entsprechenden institutionalisierten Beratungsangebotes vorgeschrieben.
- Die Einführung genetischer Tests wird nicht dem Markt überlassen. Vielmehr ist eine behördliche **Zulassung genetischer Tests** vorgesehen.
- Zur Gewährleistung der Kontrolle von gendiagnostischen Einrichtungen, zur Formulierung verbindlicher Standards, für die Zulassung von Tests oder zur Beratung von mit diesen Aufgaben betrauten Behörden wird eine **zentrale Kommission** eingerichtet, in der Experten verschiedener Disziplinen und verschiedene gesellschaftliche Gruppen vertreten sind.

### 1.3 **Publikationen und Materialien**

#### *TAB-Veröffentlichungen und Materialien*

- TAB-Arbeitsbericht Nr. 18: TA-Projekt "Genomanalyse" - Chancen und Risiken genetischer Diagnostik - Endbericht (Autoren: L. Hennen, Th. Petermann, J. J. Schmitt), September 1993
- TAB-Arbeitsbericht Nr. 66: TA-Monitoring "Stand und Perspektiven der genetischen Diagnostik" - Sachstandsbericht (Autoren: L. Hennen, Th. Petermann, A. Sauter), April 2000

#### *In Auftrag gegebene Gutachten*

- Genetische Diagnostik: Zukunftsperspektiven und Regelungsbedarf in den Bereichen Humangenetik, Allgemeinmedizin, Arbeitsmedizin und Versicherungen (Prof. Dr. Kurt Bayertz, Dr. Johann S. Ach, Rainer Paslack; ARGOS-Institut für gesellschaftswissenschaftliche Studien, praktische Philosophie und Bildung e.V., Münster)
- Stand und Perspektiven der Humangenomforschung (Prof. Dr. Rudi Balling, Dr. Martin Hrabé de Angelis; GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH, Neuherberg)
- Einschätzung der zukünftigen ökonomischen Potenziale im Bereich der humanen Genomforschung, insbesondere der Genanalyse (Birgit Schulz, Dr. Oliver Pfirrmann; Prognos GmbH, Berlin)

- Frauen, Frauenbewegung und Frauenorganisationen und Pränataldiagnostik (Dr. Claudia Stellmach; Bonn)
- Neue Entwicklungen im Bereich der Gendiagnostik unter besonderer Berücksichtigung der DNA-Chip-Technologie und ihrer kommerziellen Bedeutung (Dr. Ludger Weiß; Hamburg)
- Stand und Perspektiven der Anwendung genetischer Tests im Rahmen der humangenetischen Beratung und in der pränatalen Diagnostik (Prof. Dr. Klaus Zerres; Institut für Humangenetik, Bonn)

## 1.4 Projektbearbeiter

Dr. Leonhard Hennen (0 30/2 84 91-1 08)

Dr. Thomas Petermann (0 30/2 84 91-0)

Dr. Arnold Sauter (0 30/2 84 91-1 10)

## 2. Risikoabschätzung und Nachzulassungs-Monitoring transgener Pflanzen

### 2.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Die Diskussion um die "Sicherheit" gentechnisch veränderter Pflanzen ist auch zehn Jahre nach Verabschiedung sowohl des deutschen Gentechnikgesetzes (GenTG) als auch der europäischen Freisetzungsrichtlinie 90/220/EWG in Deutschland und Europa nicht verstummt, geschweige denn entschieden.

Auf europäischer Ebene wurde seit 1997 eine Novellierung der Freisetzungsrichtlinie 90/220/EWG beraten. Die Entwicklung in den Mitgliedsländern der EU gipfelte auf politischer Ebene im Sommer 1999 in einem De-facto-Moratorium für Zulassungen zum Inverkehrbringen transgener Pflanzen durch den Umweltministerrat, verbunden mit der Forderung, vor der Erteilung neuer Zulassungen erst das laufende Novellierungsverfahren abzuschließen. Neben diversen, im November 2000 noch umstrittenen und ungeklärten Änderungen soll die novellierte Richtlinie auf jeden Fall die Auflage einer fallspezifischen wie einer allgemeinen längerfristigen Beobachtungen der Effekte transgener Pflanzen umfassen ("Nachzulassungs-Monitoring").

In Deutschland wurde im Februar 2000 auf Weisung des Bundesgesundheitsministeriums die Inverkehrbringungsgenehmigung für die Maissorte Bt175/"Windsor", die kurz vor ihrer Sortenzulassung durch das Bundessortenamt stand, unter Berufung auf Art. 16 der Freisetzungsrichtlinie ausgesetzt, der eine sog. Schutzklausel darstellt. Diese kann angewendet werden, wenn neue wissenschaftliche Erkenntnisse zu potenziellen Gefahren die ursprüngliche Basis für die Genehmigungserteilung als überholt erscheinen lassen.

Im Juni 2000 hat der deutsche Bundeskanzler eine Initiative mit dem Ziel angekündigt, mit den betroffenen Unternehmen eine dreijährige Übergangsphase zu vereinbaren, während derer ein kommerzieller Anbau transgener Pflanzen nur in begrenztem Umfang und verbunden mit einer verstärkten Sicherheitsforschung, vor allem einem intensiven Beobachtungsprogramm, erfolgen soll. Bereits im März 2000 hatte das Bundesministerium für Bildung und Forschung einen neuen Förderschwerpunkt "Sicherheitsforschung und Monitoring" eingerichtet, mit dem im Lauf der nächsten zwei Jahre gezielt wesentliche Wissenslücken geschlossen werden sollen.

## 2.2 Ergebnisse

Auf Vorschlag des **Ausschusses für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten** und mit Beschluss des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung wurde das TAB beauftragt, einen Sachstandsbericht zur Risikoabschätzung und zum Nachzulassungs-Monitoring transgener landwirtschaftlicher Nutzpflanzen zu erstellen, der im November 2000 als TAB-Arbeitsbericht Nr. 68 vorgelegt wurde. Der Sachstandsbericht behandelt

- den **Stand der Sicherheitsforschung** (inkl. **Nachzulassungs-Monitoring**) und der **Risikodiskussion**,
- den Stand der **Regelungen und der Handhabung von Zulassungsverfahren** bei der Freisetzung, Inverkehrbringung und Sortenzulassung transgener Pflanzen in der EU sowie
- den Stand der **Umsetzung der Novel-Food-Richtlinie** (Zulassung und Kennzeichnung).

Auf der Basis einer strukturierten Darstellung des Wissens- und Diskussionsstandes werden Handlungsmöglichkeiten in den Bereichen Forschung, rechtliche Regelungen und Ausgestaltung der Zulassungsverfahren aufgezeigt.



### *Risikoabschätzung in den Genehmigungsverfahren*

Politisch von zentraler Bedeutung beim Thema "transgener Pflanzen" ist die Frage der Regulierung von Inverkehrbringen bzw. Marktzulassung. Im Rahmen der (europäischen) Zulassungsverfahren ist eine Risikoprüfung vorgesehen, bei der Angaben des Antragstellers zu relevanten Sicherheitsaspekten der jeweiligen Pflanzensorte auf der Basis des wissenschaftlichen Erkenntnis- und Diskussionsstandes geprüft und beurteilt werden. Eine Genehmigung kann nur erteilt werden, wenn **keine schädlichen Wirkungen** auf Mensch und Umwelt zu erwarten sind. **Da der wissenschaftliche Erkenntnis- und Diskussionsstand nach wie vor in vielen Aspekten höchst unvollständig ist und vermutlich auch noch lange bleiben wird, müssen die Bewertungsentscheidungen in vieler Hinsicht ohne sichere bzw. eindeutige Wissensgrundlage getroffen werden.** Außerdem bestehen erhebliche Spielräume durch unterschiedliche normative Vorgaben, Annahmen und Ziele.

Im Bericht des TAB wird vertieft dargestellt, inwiefern der Stand der wissenschaftlichen Risikodiskussion, insbesondere zu den ökologischen Aspekten, in den Stellungnahmen im Rahmen der Genehmigungsverfahren zum Inverkehrbringen nach Richtlinie 90/220/EWG sowohl der wissenschaftlichen Ausschüsse der EU als auch nationaler Behörden (aus Deutschland, Österreich, Großbritannien, teilweise Schweden) berücksichtigt worden ist und woraus sich vorgefundene Unterschiede in den Stellungnahmen erklären lassen. Es zeigt sich, dass

- wissenschaftliche Beiträge und Argumente durchaus selektiv genutzt und unterschiedlich interpretiert wurden,
- aus Wissenslücken und -unsicherheiten unterschiedliche Schlüsse gezogen wurden und
- vor allem die möglichen Folgen ganz verschieden bezüglich ihrer Schadenshöhe und daraus resultierenden Konsequenzen bewertet wurde.

Bei den Kern- bzw. Zielfragen der **Risikoabschätzung** und damit des gesamten Zulassungsverfahrens, welche möglichen Folgen des Inverkehrbringens transgener Pflanzen als **schädliche Wirkungen** zu bewerten sind und welche **Wirkungen** als akzeptabel oder **nicht akzeptabel** anzusehen sind, zeigen sich die unterschiedlichen normativen Standards der verschiedenen Länder besonders deutlich:

- **Deutschland** und **Großbritannien** begutachten die Akzeptabilität eines ökologischen Risikos im **Kontext der konventionellen landwirtschaftlichen Praxis**. Abgeschätzt wird, ob eine transgene Pflanze verglichen mit der

konventionellen Praxis ein zusätzliches bzw. höheres Risiko darstellt; wenn nicht, gilt die mögliche Wirkung als akzeptabel. Unter dieser Maßgabe erscheinen die meisten der umstrittenen Folgen als durchaus akzeptabel. In der deutschen Rechtsprechung wird der Begriff "schädliche Einwirkung auf die Umwelt in ihrem Wirkungsgefüge" relativ eng ausgelegt: Er umfasst nur direkte Wirkungen und keine mittelbaren oder Langzeitwirkungen.

- Für **Schweden** und **Österreich** bildet hingegen eine ("nachhaltige", d.h. in diesem Falle eine) **möglichst "chemiearme", ökologisch ausgerichtete Landwirtschaft** den Maßstab, wobei Österreich ausdrücklich auch sozio-ökonomische Überlegungen mit einbezieht, die im Sinn der Richtlinie 90/220/EWG bislang nicht betrachtet werden bzw. nicht in die Risikoabschätzung einfließen sollten. Hieraus folgte in den meisten Fällen eine Ablehnung der Zulassungsanträge, auch dann, wenn die Eintrittswahrscheinlichkeit der möglichen Schäden als gering angesehen wurde, aber nicht genauer bestimmt werden konnte.

Da die Wahl dieser Standards ein normativer politischer Akt ist, kann die Wissenschaft nur bedingt Hilfestellung leisten. Die politischen Institutionen sollten noch stärker als bisher akzeptieren und danach handeln, dass Wissenschaft und insbesondere wissenschaftliche Politikberatung nicht so sehr Wissenslücken schließen und daraus Handlungsempfehlungen ableiten kann, als vielmehr diese Wissensdefizite benennen, die zugrunde liegenden wissenschaftlichen Kontroversen transparenter machen und damit die politischen und gesellschaftlichen Handlungs- und Gestaltungsspielräume charakterisieren.

Die eigentliche politische Herausforderung besteht in einer grundsätzlichen und "nachhaltigen" **Verbesserung der Zulassungsverfahren** und -prozeduren. Unabhängig von der konkreten Novellierung der Freisetzungsrichtlinie 90/220/EWG sollten sich alle Beteiligten an der Diskussion über die Risiken transgener Pflanzen besonders intensiv darum bemühen, **wissenschaftliche Aussagen** (über die Wahrscheinlichkeit von Ereignissen) **von bewertenden, also im Grunde politischen, Einschätzungen inhaltlich und argumentativ zu trennen** bzw. diese zumindest jeweils als solche zu benennen.

### *Rechtliche Regelung und ihre Novellierung*

Die Freisetzungsrichtlinie 90/220/EWG war seit ihrer Verabschiedung Kritik von verschiedenster Seite ausgesetzt. Wichtige Diskussionspunkte waren und sind:

- Konzept der Risikoabschätzung und Definition eines Schadens,
- Verhältnis von horizontaler und sektoraler Regulierung,
- Zentralisiertes Zulassungsverfahren für die EU,
- Befristung der Genehmigung zum Inverkehrbringen,
- Einführung eines Monitoring nach Inverkehrbringen,
- (gentechnikspezifische) Haftungsregelungen,
- Kennzeichnung aller Produkte sowie
- Öffentlichkeitsbeteiligung in den Zulassungsverfahren.

Seit 1997 wird diese Richtlinie novelliert, und der Novellierungsprozess ist mittlerweile weit fortgeschritten. Nur noch wenige strittige Punkte sind Gegenstand des Vermittlungsverfahrens zwischen Europäischem Parlament, Kommission und Rat. Damit kann **auf das Ergebnis der Novellierung nur noch sehr begrenzt Einfluss genommen werden.**

Nach der Verabschiedung der novellierten Richtlinie wird diese in das deutsche Gentechnikrecht umzusetzen sein, d.h. eine **Novellierung des deutschen Gentechnikgesetzes** wird vorzunehmen sein.

Über die Umsetzung der novellierten EU-Richtlinie hinaus sind eine Reihe offener Fragen identifiziert worden, aus denen sich folgende **Handlungsmöglichkeiten** ableiten lassen:

- Die Erfassung und Bewertung indirekter und langfristiger Auswirkungen werden zukünftig bei der Genehmigung von Freisetzungen und Inverkehrbringen eine wichtige Rolle spielen. Hier sind noch eine Reihe von grundlegenden Forschungsarbeiten notwendig, damit zumindest Teilantworten möglich sind und diese Fragestellungen nicht vollständig auf ein Monitoring nach Inverkehrbringen verschoben werden. Im Rahmen des Förderschwerpunktes "Sicherheitsforschung und Monitoring" im Programm "Biotechnologie 2000" der Bundesregierung sollte deshalb ein **neuer Themenschwerpunkt "Grundlagen, Methoden und Modelle zur Abschätzung indirekter und langfristiger Auswirkungen transgener Pflanzen"** eingerichtet werden.
- Eine Reihe agronomischer Eigenschaften transgener Nutzpflanzen (insbesondere Herbizidtoleranz, Insektenresistenz) wird ein Resistenzmanagement erfordern. Eine Genehmigung zum Inverkehrbringen nach der novellierten Richtlinie wird voraussichtlich nur mit entsprechenden Auflagen zu erhalten sein. Für ein angemessenes **Resistenzmanagement** sind die jeweils optimale Managementstrategie und Resistenzüberwachung zu ermitteln. Ebenso wichtig sind organisatorische Fragen und Ansatzpunkte zur

Kontrolle. Die **zuständigen Fachbehörden** sollten in die Lage versetzt werden, die **notwendigen Forschungsarbeiten und Konzeptentwicklungen** durchführen zu können.

- In den nächsten Jahren wird mit einer neuen Generation transgener Pflanzen gerechnet, die sich insbesondere durch veränderte Inhaltsstoffzusammensetzungen auszeichnen und teilweise zu den funktionellen Lebensmitteln gehören wird. Bei den Auswirkungen auf die **menschliche Gesundheit**, insbesondere auch den indirekten und längerfristigen ernährungsphysiologischen Auswirkungen, werden sich dadurch ganz neue Fragestellungen ergeben. Hier sollten möglichst frühzeitig die **Grundlagen für die Risikoanalyse und -bewertung gelegt und entsprechende Forschungsaktivitäten** eingeleitet werden.
- Auch nach der Novellierung wird eine Definition schädlicher Auswirkungen fehlen, so dass erheblicher Raum für unterschiedliche Bewertungen bleibt. Nicht zuletzt geht es darum, an welchem Leitbild zur Landbewirtschaftung die Auswirkungen gentechnisch veränderter Nutzpflanzen gemessen werden. Ein **normativer Rahmen** für dieses Leitbild wird sich nicht allein aus der Diskussion um gentechnische Anwendungen ableiten lassen, sondern erfordert eine ernsthafte **Definition und Ausfüllung des Begriffs "nachhaltige Landwirtschaft"** als erklärtes Ziel der europäischen Agrarpolitik.
- In der EU und damit auch in Deutschland bestehen **horizontale und vertikale Regulierungen** im Bereich gentechnischer Anwendungen nebeneinander. Abstimmungsbedarf dürfte auch in Zukunft zwischen der novellierten Richtlinie 90/220/EWG und der Novel-Food-Verordnung EG/258/97 bestehen. Im Hinblick auf die menschliche Gesundheit sollten diese beiden Regulierungen möglichst gleiche Prüfungsverfahren, Prüfungskriterien und Bewertungsmaßstäbe vorsehen. Doppelte Bewertungen sollten möglichst vermieden werden. Bei dem Prozess einer **optimierten Abstimmung** sollte die Bundesregierung dabei die **EU-Kommission unterstützen** und dazu eigene Vorschläge vorlegen.
- Die **Diskussion um die Etablierung eines zentralen Bewertungs- bzw. sogar Zulassungsverfahrens** wird mittel- und langfristig weitergeführt werden. Eine entsprechende Debatte bzw. erst einmal Positionsbestimmung in Deutschland erscheint notwendig.

### *Monitoring nach Inverkehrbringen*

In den letzten Jahren hat sich die Meinung immer stärker durchgesetzt, dass im Zuge einer umfassenden Markteinführung transgener Nutzpflanzen und dem damit verbundenen großflächigen Anbau - in Ergänzung zur Risikoabschätzung von Fall zu Fall und der stufenweisen Entlassung in die Umwelt - nicht auszuschließende langfristige, möglicherweise indirekte und unerwartete negative Auswirkungen auf Menschen und Umwelt gezielt untersucht und längerfristig beobachtet werden sollten. Die novellierte Freisetzungsrichtlinie 90/220/EWG wird aller Voraussicht nach sowohl eine "allgemeine überwachende Beobachtung" (**general surveillance**) als auch eine "fallspezifische Überwachung" (**case specific monitoring**) vorsehen. In Deutschland haben sich die nicht deckungsgleichen Begriffe **anbaubegleitendes Monitoring** und **allgemeine Umweltbeobachtung** transgener Pflanzen herausgebildet.

Beim Monitoring nach Inverkehrbringen sind drei Dimensionen bzw. Unterscheidungen von besonderer Relevanz:

- Beobachtungen auf der Basis von (wenn auch z.T. ungeklärten bzw. unsicheren) Ursache-Wirkungs-Hypothesen versus von unerwarteten bzw. seltenen Ereignissen,
- Erhebung im Agrarökosystem (und angrenzenden Randstrukturen) versus Erhebungen in der allgemeinen Umwelt,
- zeitlich begrenztes versus langfristiges bzw. zeitlich unbegrenztes Monitoring.

In **Deutschland** sind von verschiedenen obersten Bundesbehörden, Arbeitsgruppen, wissenschaftlichen Einrichtung und Interessenverbänden Vorschläge und Beiträge zur Zielsetzung und Konzeption, zu Prioritäten und Erhebungsbereichen sowie zu möglichen Umsetzungsschritten vorgelegt worden. Der **Stand der Arbeiten und Diskussionen** ist dadurch gekennzeichnet, dass alle relevanten Bereiche thematisiert, die notwendigen Status-quo-Analysen durchgeführt sowie die Mehrzahl der relevanten Aspekte in den jeweiligen Arbeitsgruppen erste Konkretisierungen vorgenommen wurden, aber völlige Übereinstimmungen und gemeinsame Vorschläge noch nicht vorliegen.

Aus dem Stand der Konzeptionsentwicklung, der entsprechenden Forschungsarbeiten und den offenen Fragen ergeben sich kurz- und längerfristiger Handlungsbedarf bzw. Handlungsmöglichkeiten. **Relativ bald** sollten folgende **politische Festlegungen** getroffen werden:

- **Definition von Begriffen und Konkretisierung von Zielsetzungen:** Zwischen den Arbeitsgruppen und beteiligten Institutionen besteht derzeit noch

kein Konsens über die Definition und die Zielsetzungen eines Monitoring nach Inverkehrbringen. Die unterschiedlich verwendeten Begriffe zum Thema Monitoring und seinen Teilbereichen müssen klar und einheitlich definiert werden. Auf der Basis der Vorarbeiten sollten Definition, Umfang und Zielsetzungen des Monitoring auch politisch festgelegt werden.

- **Festlegung von Zuständigkeiten und Finanzierung:** Die Zuständigkeiten für die Datenerhebung, die Auswertung der Daten, die Datenzusammenführung und -dokumentation sowie die Datenbewertung sind zu klären. Insbesondere ist festzulegen, wo die zentrale Koordinationsstelle anzusiedeln und mit welchen Kompetenzen sie zu versehen ist. Im Hinblick auf die Finanzierung ist zu regeln, welche Kosten (bzw. welcher Teil) des Monitoring von den Antragstellern und welche von den Bundes- und Landesbehörden zu tragen sind.
- **Information und Beteiligung der Öffentlichkeit:** Es ist zu erwarten, dass das Interesse der Öffentlichkeit an der Konzeption, der Ausgestaltung und den Ergebnissen eines Monitoring nach Inverkehrbringen zunehmen wird. Ausgehend von ersten Ansätzen sollte die Öffentlichkeitsbeteiligung bei der Information und Diskussion über die Konzeption des Monitoring, bei der Aufbereitung und Bereitstellung der Ergebnisse aus dem Monitoring sowie bei der Information und Diskussion über die Schlussfolgerungen aus den Monitoring-Ergebnissen ausgestaltet werden.

Als **längerfristige Problem- und Gestaltungsbereiche** sollten bearbeitet werden:

- **Abgrenzung des Monitoring nach Inverkehrbringen zur Sicherheitsforschung und Risikobewertung vor Inverkehrbringen:** eine Prüfung und Bewertung etwaiger nachteiliger Auswirkungen gentechnisch veränderter Pflanzen finden im Rahmen des Zulassungsverfahrens vor Freisetzung und Inverkehrbringen statt. Das Monitoring soll das schon im Zulassungsverfahren vorgesehene Vorsorgeprinzip ergänzen, in dem nicht erwartete und indirekte Wirkungen erfasst werden. Eine wichtige Kontroverse wird sich zur Frage entwickeln, welche Wissenslücken und Bewertungsunsicherheiten im Rahmen der Sicherheitsforschung und Risikobewertung vor dem Inverkehrbringen zu klären sind und welche Fragestellungen zukünftig auf das Monitoring nach Inverkehrbringen verschoben werden dürfen. Eine möglichst eindeutige Abgrenzung zwischen diesen beiden Bereichen sollte erarbeitet werden.
- **Kriterien für die Berücksichtigung von Erkenntnissen aus dem Monitoring in Genehmigungsverfahren:** Wenn nachteilige gentechnikspezi-

fische Effekte im Rahmen des Monitoring beobachtet werden, soll dies zu Handlungen im Rahmen des Anbauprozesses führen. Diese Handlungen können auch ggf. zu einer Änderung oder Aufhebung der Genehmigung zum Inverkehrbringen führen. Es ist zu erwarten, dass die Bewertung der Monitoring-Daten ein hochumstrittenes, zukünftiges Konfliktfeld wird. Um Auffälligkeiten hinsichtlich ihrer Sicherheitsrelevanz für die Schutzgüter des Gentechnikgesetzes bewerten zu können, müssen entsprechende Beurteilungskriterien entwickelt werden. Die Entwicklung eines **von verschiedenen Gruppen getragenen Bewertungskonzeptes** stellt eine höchst bedeutende, allerdings äußerst anspruchsvolle und schwierig zu bewältigende Aufgabe dar.

Im Rahmen der bestehenden Arbeitsgruppen ist die Erarbeitung von **fachlichen und inhaltlichen sowie technischen und organisatorischen Aspekten** fortzuführen. Insbesondere sind Vorschläge für konkrete Erhebungsbereiche, Beobachtungsparameter, Versuchsdesign, Probenraster und Datenerhebung, Erfassungsmethoden, Kontrollen und Referenzstandorte, Datendokumentation u.a. zu erarbeiten. Außerdem sollte die Zusammenarbeit mit anderen europäischen Staaten gesucht werden, um Doppelarbeiten zu vermeiden, um von den Erfahrungen in anderen Ländern zu profitieren und zu einer möglichst abgestimmten Vorgehensweise in den EU-Ländern zu kommen.

#### *Erfahrungen mit der Novel-Food-Verordnung*

Am 15. Mai 1997 trat in den Mitgliedstaaten der Europäischen Gemeinschaft die Novel-Food-Verordnung (258/97/EG) in Kraft. Seit dem unterliegen verschiedene, als "neuartig" definierte Lebensmittel neben den allgemeinen lebensmittelrechtlichen Bestimmungen besonderen Vorschriften: Vor allem wurden eine verbindliche Sicherheitsbewertung vor der Markteinführung sowie eine spezifische Kennzeichnung eingeführt. Im Zentrum des öffentlichen Interesses und heftiger gesellschaftlicher Auseinandersetzungen stehen bis heute in erster Linie gentechnisch veränderte Lebensmittel, die eine von mehreren Kategorien neuartiger Lebensmittel darstellen.

Bisher erhielten zehn Produkte aus verschiedenen gentechnisch veränderten Mais- und Rapssorten eine **Notifizierung**, d.h. nach der Feststellung der wesentlichen Gleichwertigkeit wurde für sie keine eigenständige Sicherheitsbewertung durchgeführt. Dagegen ist bisher kein einziges Lebensmittel aus einer transgenen Pflanze in einem **Genehmigungsverfahren** nach der Novel-Food-

Verordnung zugelassen worden. Es wurden erst wenige Anträge gestellt, und nur in zwei Fällen liegen Stellungnahmen des Wissenschaftlichen Lebensmittelausschusses bzw. nationaler Behörden vor.

Bisher hat sich **noch keine einheitliche Vollzugs- und Entscheidungspraxis bei Notifizierung und Genehmigungsverfahren** nach der Novel-Food-Verordnung herausgebildet. Die bisherigen Erfahrungen weisen allerdings darauf hin, dass die Novel-Food-Verordnung und die Kommissions-Empfehlungen über die zur Sicherheitsbewertung erforderlichen Unterlagen prinzipiell einen geeigneten Rechts- und Verfahrensrahmen bilden, um neuartige Lebensmittel auf gesundheitliche Unbedenklichkeit zu überprüfen. Defizite deuten sich hingegen an bei Umfang, Reichweite und Methodik der Sicherheitsbewertung sowie bei der Interpretation der dazu verfügbaren Daten, so dass Interpretationsspielräume bestehen. Dies wird insbesondere dann relevant werden, wenn bei künftigen neuartigen Lebensmitteln die Anforderungen bei der Sicherheitsbewertung steigen, etwa bei roh verzehrten Lebensmitteln oder bei neuartigen Lebensmitteln mit veränderten Inhaltsstoffen.

Obwohl Rohstoffe und Vorprodukte auf Mais- oder Sojabasis, die teilweise aus gentechnisch veränderten Pflanzen stammen, auch in die EU importiert und hier verarbeitet werden, sind gekennzeichnete Produkte nur vereinzelt im Sortiment aufgetaucht. Die seit Mai 1997 rechtskräftigen **Kennzeichnungsbestimmungen** haben bisher **nicht dazu beitragen können, die tatsächliche Verwendung gentechnisch veränderter Rohwaren für den Endverbraucher erkennbar abzubilden**. Hierfür sind verschiedene Gründe verantwortlich, die im Bericht diskutiert werden.

Aus der bisherigen Umsetzung der Novel-Food-Verordnung lässt sich eine Reihe von Ansatzpunkten erkennen, mit denen Umsetzungsprobleme und Defizite angegangen werden könnten:

- für den Bereich **gentechnisch veränderte Lebensmittel** als eine Teilgruppe "neuartiger" Lebensmittel im Rahmen der Novel-Food-Verordnung:
  - Ein Problem der Novel-Food-Verordnung ist, dass sehr verschiedene Kategorien von Lebensmitteln gemeinsam geregelt werden. Die Empfehlungen der EU-Kommission zur Sicherheitsbewertung neuartiger Lebensmittel sollten im Hinblick auf **spezifische Richtlinien** für solche aus gentechnisch veränderten Organismen präzisiert werden.
  - An der Herauslösung von Zusatzstoffen und Aromen aus dem Regelungsbereich der Novel-Food-Verordnung wird teilweise kritisiert, dass dadurch für diese herstellungsspezifische Aspekte (z.B. gentechnische



Herstellung) bei der Sicherheitsbewertung ausgeschlossen werden. Wenn dies als relevant erachtet wird, sollten Zusatzstoffe und Aromen aus gentechnisch veränderten Organismen (insbesondere aus gentechnisch veränderten Pflanzen) nach den gleichen Grundsätzen und auf einem einheitlichen Sicherheitsniveau reguliert werden wie vergleichbare Zutaten bzw. Lebensmittel.

- im Hinblick auf die **Notifizierung** von Lebensmitteln und Zutaten aus gentechnisch veränderten Pflanzen:
  - Bisher wurden die Kriterien unterschiedlich ausgelegt, aus denen eine wesentliche Gleichwertigkeit als Grundlage einer Notifizierung abgeleitet wird. Um dies zu ändern, sollten klare, einheitliche und verbindliche **Kriterien** festgelegt werden, unter denen eine Notifizierung ohne spezifische Sicherheitsbewertung ausreichend ist.
  - Wenn transgene Pflanzen in der EU noch nicht zugelassen sind und deren Sicherheitsbewertung noch nicht abgeschlossen ist, sollte für neuartige Lebensmittel aus diesen gentechnisch veränderten Pflanzen nur in **Ausnahmefällen** eine Notifizierung erfolgen.
  - Die bisherige Ausgestaltung der Notifizierungsverfahren **widerspricht** Anforderungen an **Transparenz und Nachvollziehbarkeit**, wie sie spätestens seit dem Weißbuch der EU-Kommission zur Lebensmittelsicherheit als wichtige Grundsätze anerkannt sind. Mit Ausnahme Großbritanniens sind weder die Anträge noch die Erstprüfung einer nationalen Behörde einsehbar. Anträge sowie Stellungnahmen sollten öffentlich zugänglich sein.
- im Hinblick auf **Genehmigungsverfahren** für Lebensmittel und Zutaten aus gentechnisch veränderten Pflanzen:
  - Bei dem Vergleich zwischen neuartigem und konventionellem Lebensmittel werden in erster Linie bestimmte, für die jeweilige Pflanze charakteristische und aussagekräftige Inhaltsstoffe herangezogen. Nicht beabsichtigte, gesundheitsrelevante Nebeneffekte in den gentechnisch veränderten Pflanzen fallen nur dann auf, wenn sie sich im Spektrum der untersuchten Inhaltsstoffe bewegen und dort zu auffälligen Konzentrationsveränderungen führen. Um hier Unsicherheiten zu reduzieren, sollten Empfehlungen erarbeitet werden über das je nach Pflanzenart angemessene Spektrum der **zum Vergleich heranzuziehenden Inhaltsstoffe** (Nährstoffe, Toxin, antinutritive Stoffe). Weiterhin sollten internationale **Datenbanken** aufgebaut werden **mit arten- und sortenspezifischen Informationen** über die zur Feststellung des Äquivalenz-Status

eines GVO-Produkts erforderlichen Inhaltsstoffe sowie deren natürliche, durch unterschiedliche Standorte, Klimazonen, Anbautechniken und Sorten induzierte Schwankungen. Ein anderer Ansatzpunkt wäre, neue Methoden zu entwickeln, die nicht bestimmte bekannte Einzelstoffe, sondern **stoffliche Muster** erfassen, die möglicherweise Rückschlüsse auf unerwartete Sekundäreffekte zulassen.

- Die von der EU-Kommission vorgeschlagene **europäische Lebensmittelbehörde** sollte dazu beitragen, die Risikoanalyse substanziell zu verbessern, wofür sie mit entsprechenden Mitteln ausgestattet werden müsste. Ihre Aufgabe sollte sein, alle für die Sicherheitsbewertung relevanten Daten und Informationen systematisch zu sammeln, die Weiterentwicklung wissenschaftlicher Methoden zu koordinieren sowie die Beratung durch Expertengremien (Wissenschaftliche Ausschüsse) unter besonderer Gewährleistung von Transparenz und Nachvollziehbarkeit zu organisieren.
- im Hinblick auf die dargestellten Defizite bei der **Kennzeichnung**:
  - **Durchsetzung der bestehenden Kennzeichnungspflicht**: Die Einhaltung der vorhandenen Regeln muss gewährleistet werden. Eine angemessene Strafbewehrung von Verstößen sollte erwogen werden. Die Rechtssicherheit sollte durch die Definition jeweils aktueller und standardisierter Nachweisverfahren erhöht werden.
  - **Verlagerung der Nachweisebene auf Zutaten**: Wenn der eine Kennzeichnung auslösende Nachweis eines gentechnisch veränderten Organismus vom Endprodukt auf die Ebene der einzelnen Zutaten verlegt würde, würde der Umfang der tatsächlich gekennzeichneten Lebensmittel erweitert werden. Einerseits würde dadurch allerdings der Aufwand für Kennzeichnung und seine Kontrolle erheblich erhöht, andererseits könnte aber der Informationsgehalt der Kennzeichnung verbessert werden.
  - **Partielle Abkehr von der nachweisbasierten Kennzeichnung für bestimmte, für ein Produkt charakteristische Zutaten**: Die Nutzung der Gentechnik bei der Erzeugung eines Lebensmittels führt nur dann zu einer Kennzeichnung, wenn bei diesem Lebensmittel (oder schon bei den Zutaten) der GVO-Nachweis geführt werden kann. Dieser Sachverhalt ließe sich nur dann ändern, wenn hier eine Abkehr von der nachweisbasierten Kennzeichnung vorgesehen würde. Die tatsächliche Nutzung transgener Pflanzen bei der Herstellung von Lebensmitteln (zumindest für charakteristische Zutaten) nicht mehr an den Nachweis von

GVO gebunden würde. Die "Nachweislücke" müsste dann durch ein warenbegleitendes Dokumentationssystem geschlossen werden.

- Angesichts der begrenzten Reichweite rechtsverbindlicher Kennzeichnungsvorschriften sollten ergänzende, produktnahe Informationskonzepte von der gesamten Lebensmittelbranche entwickelt und umgesetzt werden. Informationen können dazu beitragen, der ohnehin verbreiteten Verbraucherverunsicherung entgegenzuwirken. Um derartige Projekte auf eine möglichst breite gesellschaftliche Basis zu stellen, empfiehlt es sich, verschiedene Akteure wie Verbraucherverbände, universitäre und andere wissenschaftliche Einrichtungen an der Konzeption und Realisation zu beteiligen. Staatliche Institutionen könnten eine initiiierende und moderierende Rolle übernehmen.

### *Ausblick*

Die Zukunft der Grünen Gentechnik in Europa erscheint im Herbst des Jahres 2000 kaum einschätzbar. Einerseits besteht die Erwartung der Antragsteller, dass die anhängigen Zulassungsverfahren zum Inverkehrbringen transgener Nutzpflanzen in Kürze wieder aufgenommen und mit der Verabschiedung einer novellierten Freisetzungsrichtlinie sich die Konflikte erheblich verringern werden. Andererseits wird die Warnung bzw. Hoffnung ausgesprochen, dass die derzeitige "Blockade" in der EU beim Inverkehrbringen transgener Pflanzen sich noch jahrelang fortsetzen wird.

Von einer neuen Generation transgener Pflanzen mit veränderten Inhaltsstoffen und potenziell gesundheitsfördernden Eigenschaften (insbesondere sog. funktionelle Lebensmittel) wird erwartet, dass durch sie die Vorbehalte der Verbraucher gegenüber gentechnisch veränderten Lebensmitteln zurückgehen oder sogar gänzlich verschwinden werden. Diese transgenen Pflanzen der sog. zweiten Generation werden allerdings ganz neue Fragen der Sicherheitsbewertung aufwerfen, und ihr gesundheitlicher Nutzen wird voraussichtlich heftig umstritten sein. Somit ist auch hier ein Ende der Kontroversen nicht absehbar.

Die Fortführung und Intensivierung der Sicherheitsforschung sowie die Einführung eines Monitoring wird das Wissen über transgene Pflanzen erhöhen und bestehende Wissenslücken verringern. Gleichzeitig ist aber damit zu rechnen, dass neue, offene Fragen zu den möglichen Auswirkungen des Anbaus transgener Pflanzen sich ergeben und Ergebnisse unterschiedlich interpretiert werden. Die bisherige Erfahrung zeigt, dass immer wieder mit "Überraschungen", also unvorhergesehenen ökologischen oder ökonomischen Auswirkungen, ge-

rechnet werden muss. Eine realistische Einschätzung ist von erheblicher Relevanz für die Wahrnehmung in der Öffentlichkeit: **Sicherheitsfragen sollten nicht als beantwortet bzw. in Kürze beantwortbar erklärt werden, wenn Datenlage und Kenntnisstand nicht entsprechend sicher sind.**

Aus dieser Sichtlage können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Es sollten **keine zu hohen Erwartungen** an die **Novellierung der Freisetzungsrichtlinie 90/220/EWG** und die Einführung eines **Monitoring nach Inverkehrbringen** gestellt werden. Ihr Problemlösungspotenzial muss begrenzt bleiben, solange **grundlegende Verständigung über** Schadensdefinition und die **wünschenswerte landwirtschaftliche Praxis** ausstehen.
- Sowohl die novellierte Freisetzungsrichtlinie als auch die Novel-Food-Verordnung erfordern **Konkretisierung** und **spezifische Richtlinien** für die Durchführung der **Sicherheitsbewertungen und Zulassungsverfahren**. Nur so lassen sich Kontroversen um Umfang, Reichweite, Methodik und Interpretation der Sicherheitsbewertung verringern. Dies sollte auf dem jeweiligen Stand der wissenschaftlichen Risikodiskussion aufbauen. Somit handelt es sich hier um keine einmalige, sondern eine **kontinuierliche Aufgabe**.
- Neue Instrumente - wie das Monitoring nach Inverkehrbringen oder veränderte Kennzeichnungsregelungen - sollten erst eingeführt werden, wenn ihre Einpassung in die bestehenden rechtlichen Regelungen und ihre Konsequenzen sorgsam abgewogen und breit diskutiert wurden. Um neue Konfliktfelder und Kontroversen zu vermeiden, sollte z.B. beim Monitoring nach Inverkehrbringen möglichst frühzeitig die **Abgrenzung zur Sicherheitsforschung und Risikobewertung vor Inverkehrbringen** sowie die **Kriterien für eine Berücksichtigung von Erkenntnissen aus dem Monitoring in den Genehmigungsverfahren** geklärt werden.
- Schließlich sollten **neue Konfliktfelder** möglichst **frühzeitig erkannt und vorausschauend untersucht** werden. Hier ist insbesondere auf die angekündigten **transgenen Pflanzen der zweiten Generation** hinzuweisen, die z.B. als "funktionelle Lebensmittel" eine gesundheitsfördernde Wirkung entfalten sollen. Voraussichtlich werden sie zu einer **Verschiebung der Diskussion** von möglichen ökologischen Auswirkungen stärker **hin zu potenziellen gesundheitlichen Auswirkungen** führen sowie ganz neue und **eventuell noch größere Probleme der Sicherheitsbewertung** als die bisherigen transgenen Pflanzen aufwerfen.

## 2.3 Publikationen und Materialien

### *TAB-Veröffentlichungen und Materialien*

- TAB-Arbeitsbericht Nr. 68: Monitoring "Risikoabschätzung und Nachzulassungs-Monitoring transgener Pflanzen" - Sachstandsbericht (Autoren: A. Sauter, R. Meyer), November 2000

### *In Auftrag gegebene Gutachten*

- Sicherheitsforschung, Risikoabschätzung und Nachzulassungs-Monitoring transgener Pflanzen (Dr. Gesine Schütte, Dr. Susanne Stirn, Prof. Dr. Volker Beusmann; Forschungsschwerpunkt BIOGUM der Universität Hamburg)
- Der Einfluss von Risikodiskussion und Risikoforschung auf die Genehmigungsverfahren zum Inverkehrbringen transgener Pflanzen (Benno Vogel, Dr. Beatrix Tappeser; Öko-Institut e.V., Freiburg)
- Vergleich vorliegender Konzepte und Vorschläge zum Monitoring nach Inverkehrbringen transgener Pflanzen (Dr. Elisabeth Schulte; Genius GmbH, Darmstadt)
- Novel-Food-Verordnung und transgene landwirtschaftliche Nutzpflanzen (Gerd Spelsberg, Klaus Minol, Dr. Kristina Sinemus; Aachen, Darmstadt)
- Regelung zur Freisetzung, zum Inverkehrbringen und zur Sortenzulassung transgener landwirtschaftlicher Nutzpflanzen in der EU (Dr. Elisabeth Bongert; Husum)

## 2.4 Projektbearbeiter

Dr. Rolf Meyer (0 30/2 84 91-1 05)

Dr. Arnold Sauter (0 30/2 84 91-1 10)

### 3. Instrumente und Maßnahmen zur Realisierung einer Nachhaltigen Energieversorgung

#### 3.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

"Nachhaltige Energieversorgung" bezieht sich auf die Umsetzung des Leitbildes der "Nachhaltigen Entwicklung" mit ihren drei Zieldimensionen Ökonomie, Ökologie und Soziales im Energiesektor. Mit diesem Thema beschäftigt sich eine im Dezember 2000 begonnene Reihe von Monitoring-Projekten. Auf Anregung des **Ausschusses für Wirtschaft und Technologie** befasst sich das TAB in der ersten dieser Studien mit der Untersuchung und Bewertung energiepolitischer Instrumente, die geeignet erscheinen, die Zielsetzung einer Nachhaltigen Entwicklung in der Energiewirtschaft zu unterstützen und voranzubringen.

#### 3.2 Stand der Arbeiten

Das Leitbild der Nachhaltigen Entwicklung ist zwar weithin akzeptiert, bedarf aber der Konkretisierung und Operationalisierung, um handlungsrelevant zu werden. Diese Konkretisierung wird in jedem Falle die Elemente **Reduzierung von Treibhausgasemissionen** und **Ressourcenschonung** enthalten, aber auch Wirkungen auf Arbeitsplätze, Wirtschaftswachstum, Wettbewerbsfähigkeit, Innovationen etc. Mit einer umfassenden Definition der Nachhaltigkeit im Energiesektor befasst sich unter anderem die Enquete-Kommission "Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung" des Deutschen Bundestages.

Davon ausgehend stellt sich die Frage, welche politischen Instrumente am besten geeignet sind, die Zielsetzung "Nachhaltige Energieversorgung" zu erreichen. Diese Frage muss insbesondere deshalb neu überdacht werden, da seit zwei Jahren ein grundlegend **neues Energierecht** gilt, das die traditionellen Monopole der Stromwirtschaft abgeschafft und die Erzeugung und den Vertrieb von Elektrizität in den **marktwirtschaftlichen Wettbewerb** entlassen hat. Bewährte Instrumente müssen daher neu bewertet und neue Instrumente entwickelt werden, um den neuen Rahmenbedingungen Rechnung zu tragen.

Die zu untersuchenden Instrumente sollen **ordnungsrechtliche, ökonomische und freiwillige Instrumente** umfassen, ein gewisser Schwerpunkt soll aller-

dings auf die ökonomischen Instrumente gelegt werden. Hier sind insbesondere **sektor- bzw. technologiespezifische** (z.B. Quotenregelung für Kraft-Wärme-Kopplung) und **globalsteuernde Instrumente** (z.B. CO<sub>2</sub>-Abgaben) zu betrachten.

In der energiepolitischen Praxis wird oft eine Vielzahl von Instrumenten sowohl hoheitlicher als auch freiwilliger Natur zu **Instrumentenbündeln** kombiniert, um ein gegebenes Zielspektrum abzudecken. Auch für die hier im Mittelpunkt stehende komplexe Zielsetzung "Nachhaltige Energieversorgung" ist davon auszugehen, dass ein Instrument alleine nicht ausreicht, um das Ziel angemessen zu erreichen. In diesem Zusammenhang ist es von hoher Bedeutung, sich über die **Wechselwirkungen der einzelnen Instrumente eines Bündels** untereinander im Klaren zu sein. Darunter sind insbesondere positive Kombinationswirkungen, Verstärkungseffekte und Synergien, aber auch gegenseitige Wirkungshemmung, Neutralisierung oder kontraproduktive Nebeneffekte zu verstehen.

In den letzten Jahren sind durch die **Europäische Union** zahlreiche Regelwerke in Kraft gesetzt worden, die erheblichen Einfluss auf die Energiepolitik der EU als Ganzes und auch der Mitgliedsstaaten haben. Ein wesentlicher Impuls für die Umgestaltung der energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen ist von den **Binnenmarktrichtlinien** ausgegangen, die primär auf eine Liberalisierung im Bereich der leitungsgebundenen Energieträger (Strom, Gas) ausgerichtet sind und in Deutschland u.a. eine **Novellierung des Energiewirtschaftsgesetzes** notwendig gemacht haben. In der Tendenz zeichnet sich ab, dass die durch die EU eingeführten, im Entwurf vorliegenden oder angestrebten Regelwerke zu einer **Verlagerung von energiepolitischen Gestaltungsmöglichkeiten von den nationalen Gremien zu den europäischen Institutionen** und zu einer **Einschränkung der Handlungsmöglichkeiten des nationalen Gesetzgebers** geführt haben bzw. führen werden. Festzustellen ist zudem, dass zunehmend Unsicherheiten darüber entstehen, welche nationalen energiepolitischen Vorhaben mit europäischen Vorhaben und Intentionen konform gehen und welche möglicherweise im Widerspruch dazu stehen.

Das Vorhaben gliedert sich in drei Teile. Im ersten Teil soll eine **Übersicht der wichtigsten in Frage kommenden Instrumente** erstellt werden sowie ein **Kriterienraster zur Bewertung der Instrumente** entwickelt werden. Hier sind vor allem Zielerreichung, Effizienz, Marktkonformität, Umsetzbarkeit und Flexibilität der Instrumente zu nennen. Die Instrumente werden anschließend anhand dieses Rasters einer qualitativ-vergleichenden Bewertung unterzogen.

Dabei sollen sowohl globalsteuernde als auch sektorspezifische Instrumente berücksichtigt werden.

Im zweiten Teil sollen die **rechtlichen Aspekte der Umsetzung energiepolitischer Instrumente und Maßnahmen** analysiert werden. Zunächst steht dabei die Untersuchung der Konformität der einzelnen Instrumente mit **Europa- und Verfassungsrecht** im Vordergrund. Eng verbunden damit sind aber die Fragen, wie die Handlungsmöglichkeiten des nationalen Gesetzgebers durch die Verlagerung von energiepolitischen Gestaltungsmöglichkeiten von den nationalen Gremien zu den europäischen Institutionen eingeschränkt werden. Es ist zu untersuchen, welche der Instrumente, Maßnahmen und Strategien allein durch nationale Gremien, insbesondere durch das Parlament, umgesetzt werden können und welche Instrumente eine intensive Mitwirkung der nationalen Politik bei der Ausgestaltung der Regelsetzung auf europäische Ebene notwendig machen.

Im dritten Teil werden die Ergebnisse der ersten beiden Teile konkret auf den **Energieverbrauchssektor "Mobilität"** angewandt, das heißt, ein Szenario "Nachhaltige Energieversorgung" wird für den Bereich "Mobilität" entwickelt, und es werden Instrumente und Maßnahmen bzw. Maßnahmenbündel daraufhin bewertet, wie sie zur Realisierung einer Nachhaltigen Energieversorgung im Bereich "Mobilität" beitragen.

### 3.3 Publikationen und Materialien

#### *In Auftrag gegebene Gutachten*

- Vergleichender Überblick über energiepolitische Instrumente und Maßnahmen im Hinblick auf ihre Relevanz für die Realisierung einer Nachhaltigen Energieversorgung (Dr. Martin Wietschel; Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion [IIP] der Universität Karlsruhe)
- Rechtsgutachten zur Kompatibilität von Instrumenten und Maßnahmen zur Realisierung einer Nachhaltigen Energieversorgung mit Europa- und Verfassungsrecht (Prof. Dr. Edmund Brandt; Universität Lüneburg)
- Instrumente und Maßnahmen zur Realisierung einer Nachhaltigen Energieversorgung - Entwicklungspfade im Bereich der Mobilität (Dr. Ulrich Voigt, Dr. Rainer Hopf; Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung [DIW] Berlin)



### 3.4 Projektbearbeiter/in

Prof. Dr. Herbert Paschen	(0 30/2 84 91-0)
Dr. Reinhard Grünwald	(0 30/2 84 91-1 07)
Dr. Dagmar Oertel	(0 30/2 84 91-1 06)

## 4. Kernfusion

### 4.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Die Entwicklung der kontrollierten Kernfusion als praktisch unerschöpfliche saubere Energiequelle erscheint vom naturwissenschaftlich-technischen Standpunkt aus gesehen als interessante Zukunftsperspektive für die Energieversorgung etwa ab der Mitte dieses Jahrhunderts. Die Erreichung dieses Zieles setzt allerdings erhebliche Forschungsanstrengungen voraus. Die Kosten für ein entsprechendes langfristig angelegtes weltweites Forschungsprogramm werden mit etwa 150 Mrd. DM über die nächsten 50 Jahre angegeben. Ganz konkret steht gegenwärtig die Entscheidung an, ob der Einstieg in ein solches Forschungsprogramm vollzogen werden bzw. wie dieses ausgestaltet werden soll.

Auf Anregung aus dem Kreis der **parlamentarischen Berichterstatter zu TA** untersucht das TAB in diesem Zusammenhang den **Stand der Entwicklung der Kernfusion und ihre Perspektive als zukünftige Energiequelle**. Die Bearbeitung des Vorhabens begann im November 2000.

### 4.2 Stand der Arbeiten

Der weltweite Energieverbrauch ist in den vergangenen Jahrzehnten stark angestiegen und wird bisher überwiegend durch fossile Energieträger gedeckt. Die Erschöpfung dieser Ressourcen ist absehbar. Zudem wird bei der Verbrennung von Kohle, Erdöl und Erdgas das Klimagas Kohlendioxid freigesetzt. Ob die Strategie-Optionen Energieeinsparungen und rationelle Energienutzung sowie der vermehrte Einsatz regenerativer Energieträger mittel- und langfristig ausreichen, um eine Energieversorgung zu gewährleisten, die den Kriterien der Nachhaltigen Entwicklung gerecht wird, ist noch nicht zweifelsfrei geklärt.

Vor diesem Hintergrund erscheint manchen die Kernfusion als eine interessante Option: Sie erzeugt kein Kohlendioxid, das radiologische Gefährdungspotenzial liegt deutlich unter demjenigen eines Spaltreaktors und die heute favorisierten Ausgangsmaterialien - schwerer Wasserstoff und Lithium - sind in großer Menge verfügbar.

Andererseits werden jedoch auch Bedenken vorgebracht: Die technische Realisierbarkeit kommerzieller Fusionsreaktoren ist noch nicht nachgewiesen. Es besteht ein enormer Entwicklungsbedarf im Bereich niedrig aktivierbarer und unter extremsten Bedingungen kaum versprödender Materialien. Da bis zum Einsatz kommerzieller Fusionsreaktoren mit einer Entwicklungszeit von rund 50 Jahren gerechnet wird, stellt sich die Frage, welchen Beitrag die Kernfusion zur Lösung der Treibhaus-Problematik leisten kann.

Die Forschungsaktivitäten, mit denen die wissenschaftlich-technische Machbarkeit der kontrollierten Kernfusion und der Nutzung der dabei freiwerdenden Energie gezeigt werden soll, finden überwiegend in international organisierten Großprojekten statt, die Investitionen in Milliardenhöhe erfordern.

Ein konkreter politischer Handlungsbedarf besteht insoweit, als über die Bereitstellung von Forschungsmitteln für die Kernfusion - insbesondere im Zusammenhang mit dem 6. Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Union - entschieden werden muss.

Im Rahmen dieses Projektes wird ein **Sachstandsbericht** erarbeitet, der die wesentlichen Aspekte des gegenwärtigen Entwicklungsstandes der Kernfusion und der derzeitigen Diskussion damit zusammenhängender Fragestellungen enthält. Zu diesem Zweck werden die vorhandene Literatur und sonstiges Material gesichtet und ausgewertet. Ferner wird zum einen die **Anhörung "Kernfusion" des Deutschen Bundestages**, die am 28. März 2001 stattfindet, ausgewertet. Zum anderen wird komplementär dazu eine Reihe von Experteninterviews durchgeführt. Der Bericht, der im Herbst 2001 vorgelegt werden soll, wird folgende Fragestellungen behandeln:

### **Stand und absehbare Entwicklung der Kernfusionsforschung**

- Welche sind die größten wissenschaftlichen und technischen Herausforderungen, die aus heutiger Sicht noch bewältigt werden müssen?
- Wann wird voraussichtlich der erste kommerzielle Fusionsreaktor in Betrieb gehen?

## **Chancen und Risiken der Kernfusion für Mensch und Umwelt**

- Welche wichtigen radiologischen und nicht radiologischen Risiken bestehen beim Betrieb eines Fusionsreaktors, und wie sind sie im Vergleich zu anderen Formen der Energieerzeugung einzuordnen?
- Wo bestehen ökologische Vorteile der Fusion?
- Inwieweit fügt sich die Energiegewinnung mit Kernfusion in das Konzept der Nachhaltigen Entwicklung ein?
- Wie ist die öffentliche Akzeptanz der Fusionstechnologie zu beurteilen?

## **Standort Deutschland und Europa, Kosten der Fusionsforschung und politischer Handlungsbedarf**

- Welche Schritte mit welchen geschätzten Kosten in welchem Zeitraum müssen ergriffen werden, bis ein wirtschaftlich nutzbarer Fusionsreaktor verfügbar ist?
- Wie ist die Wirtschaftlichkeit zukünftiger Fusionsreaktoren zu bewerten?
- Welche forschungspolitischen Implikationen sind mit der Entwicklung der Fusion verbunden?
- Gibt es industriepolitische Vorteile der Fusion (z.B. spin-offs)?

## **Zukünftige Rolle der Kernfusion bei der Energieversorgung**

- Wie fügt sich die Kernfusion in künftige Versorgungs- und Verbrauchsstrukturen ein?

### **4.3 Publikationen und Materialien**

*In Auftrag gegebenes Gutachten*

- Kernfusion (Basler und Hofmann AG, Zürich)

### **4.4 Projektbearbeiter/in**

Prof. Dr. Armin Grunwald (0 72 47/82-25 00)

Dr. Reinhard Grünwald (0 30/2 84 91-1 07)

Dr. Dagmar Oertel (0 30/2 84 91-1 06)

## V. Konzepte und Methoden

### 1. Langzeit- und Querschnittsfragen in europäischen Regierungen und Parlamenten

#### 1.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Auf Anregung der Berichterstatter für TA des **Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung** wird vom TAB im Rahmen des Arbeitsbereiches Konzepte und Methoden ein Sachstandsbericht zu der Frage erarbeitet, in welcher Weise europäische Regierungen und Parlamente Langzeit- und Querschnittsfragen aufgreifen und bearbeiten.

Eine langfristige, auf Zukunftsgestaltung bezogene Ausrichtung politischer Programme und Maßnahmen ist in den letzten Jahren in verschiedenen europäischen Ländern im Zuge der **Orientierung am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung** zu verzeichnen. Entsprechend wurden z.T. der Gegenstandsbereich und die Zielsetzungen einzelner Maßnahmen und Programme - wie das TAB z.B. für die Forschungspolitik zeigen konnte (TAB-Arbeitsberichte Nr. 50 und 58) - über Ressortgrenzen hinaus im Sinne einer integrierten Berücksichtigung sozialer, ökologischer und ökonomischer Rahmenbedingungen und langfristiger Folgen ausgeweitet. Nachhaltigkeit als Leitbild gesellschaftlicher Zukunftsgestaltung hat eine Reihe von Fragen langfristiger gesellschaftlicher Entwicklung unter der Zielvorgabe des Umwelt- und Ressourcenschutzes gebündelt.

Die Befassung mit langfristigen und Politikfeld übergreifenden Fragestellungen spielt daneben aber im Rahmen der **Technologiepolitik** (in Gestalt der **Technikfolgenabschätzung und der Technikvorausschau**) schon seit einiger Zeit eine wichtige Rolle und hat auch in anderen Politikfeldern an Bedeutung gewonnen. Dies gilt z.B. für die **Wirtschafts- und Sozialpolitik** hinsichtlich der Frage der Verteilung von Arbeit und Gestaltung von Arbeitsverhältnissen zur langfristigen Lösung von Arbeitsmarktproblemen, der Möglichkeit einer politischen Gestaltung von Innovationsprozessen zur Verbesserung der Stellung der nationalen Wirtschaft im internationalen Wettbewerb oder hinsichtlich der mit der "Alterung" westlicher Gesellschaften verbundenen Probleme.

Auf die mit der politischen Bearbeitung solcher Fragen verbundenen Herausforderungen (Identifikation von langfristigen gesellschaftlichen Entwicklungs-

trends, von geeigneten politischen Gestaltungsmöglichkeiten, von zukünftigen Effekten politischer Maßnahmen, Konsensfindung hinsichtlich der Ziele weitreichender langfristig wirksamer Maßnahmen) reagieren Parlamente und Regierungen mittels verschiedener politischer Initiativen und Institutionen der Politikberatung und Entscheidungsfindung:

- Formulierung nationaler **ressortübergreifender Programme und Pläne** (z.B. nationale Umweltpläne)
- Formulierung ressortgebundener Einzelprogramme mit **langfristiger, Politikfeld übergreifender Zielsetzung**
- Einrichtung **parlamentarischer Untersuchungskommissionen** (z.B. Enquete-Kommissionen)
- Einrichtung von **Sachverständigenräten** und von **Foren der Kommunikation** von Politik und Gesellschaft
- Schaffung spezialisierter **wissenschaftlicher Einrichtungen und Institutionen der Politikberatung**

## 1.2 Stand der Arbeiten

Wegen der Bandbreite der möglichen Themen und der Vielzahl der zu berücksichtigenden Initiativen und Institutionen wurde zunächst die Erarbeitung eines Überblicks über die Aktivitäten von Regierungen und Parlamenten in **ausgewählten europäischen Ländern und der Europäischen Union** in Auftrag gegeben. Über die im Detail zu untersuchenden Länder soll nach einer voraussichtlich zu Beginn des Jahres 2001 abgeschlossenen Exploration der als innovativ erscheinenden Ansätze in Europa entschieden werden.

Gegenstand der Untersuchung soll weniger die detaillierte Dokumentation oder der Vergleich von Beratungsergebnissen zu einzelnen Themen sein. Zielsetzung ist - neben der Erarbeitung eines Überblicks über das Spektrum der aufgegriffenen Fragestellungen - vor allem eine **Analyse der institutionellen und prozeduralen Gestaltung entsprechender Beratungs- und Entscheidungsprozesse**. Durch eine Auswertung von einschlägigen Dokumenten und eine Reihe von Interviews mit Experten und Entscheidungsträgern aus den untersuchten Ländern sind im Einzelnen folgende Aspekte zu bearbeiten:

- Identifikation und Analyse der Genese von Themen und Fragestellungen langfristiger gesellschaftlicher Entwicklung, die aufgegriffen und bearbeitet werden

- Untersuchung der Formen der Institutionalisierung und Organisation von Beratungs- und Entscheidungsprozessen, die zur Bearbeitung der entsprechenden Fragen und der Formulierung entsprechender politischer Programme gewählt werden
- Identifikation typischer Probleme politischer Bearbeitung von Langfristfragen sowie innovativer Ansätze im Umgang mit den Herausforderungen der Gestaltung von Beratungs- und Entscheidungsprozessen in Zukunftsfragen (z.B. Integration wissenschaftlicher und politischer Problembeschreibungen, Konsensfindung in der Zielformulierung und der Operationalisierung von Zielvorgaben)
- Untersuchung der Anbindung der Beratungsprozesse und politischen Initiativen an öffentliche Debatten und an Beratungs- und Entscheidungsprozesse in den verschiedenen Ressorts bzw. an die Routinen parlamentarischer Beratung
- Analyse des Niederschlags der Beratungsprozesse in den Entscheidungen einzelner Ressorts, in parlamentarischen Beratungen (z.B. Gesetzgebung) und in der gesellschaftlichen Diskussion

### **1.3 Publikationen und Materialien**

#### *In Auftrag gegebenes Gutachten*

Langzeit- und Querschnittsfragen in europäischen Regierungen und Parlamenten - eine vergleichende Bestandsaufnahme (Dr. Ruggero Schleicher-Tappeser; EURES-Institut für regionale Studien in Europa, Freiburg)

### **1.4 Projektbearbeiter**

Dr. Leonhard Hennen (0 30/2 84 91-1 08)

Dr. Thomas Petermann (0 30/2 84 91-0)



## VI. Publikationen des TAB

Bitte beachten Sie: **Ein Großteil der Publikationen ist mittlerweile vergriffen!** Interessenten können beim TAB (siehe auch: [www.tab.fzk.de](http://www.tab.fzk.de)) eine Liste der verfügbaren Publikationen anfordern.

### TAB-Faltblatt

- |                        |           |
|------------------------|-----------|
| – Neuauflage, deutsch  | Juli 2000 |
| – Neuauflage, englisch | Juli 2000 |

### TAB-Broschüre

- |  |           |
|--|-----------|
| – Ziele, Themen, Organisation (Neuauflage, deutsch/englisch) | Okt. 2000 |
|--|-----------|

### TAB-Briefe

- |           |           |
|-----------|-----------|
| – 1/91    | Apr. 1991 |
| – 2/91    | Sep. 1991 |
| – Nr. 3/4 | Feb. 1992 |
| – Nr. 5   | Juni 1992 |
| – Nr. 6   | Jan. 1993 |
| – Nr. 7   | Sep. 1993 |
| – Nr. 8   | Juni 1994 |
| – Nr. 9   | Feb. 1995 |
| – Nr. 10  | Dez. 1995 |
| – Nr. 11  | Okt. 1996 |
| – Nr. 12  | Juni 1997 |
| – Nr. 13  | Dez. 1997 |
| – Nr. 14  | Juni 1998 |
| – Nr. 15  | Dez. 1998 |
| – Nr. 16  | Juni 1999 |
| – Nr. 17  | Dez. 1999 |
| – Nr. 18  | Aug. 2000 |
| – Nr. 19  | Dez. 2000 |



**TAB-Arbeitsberichte**

- 1/91 Das Raumtransportsystem SÄNGER - Billiger in den Orbit? (Vorstudie für eine TA) Apr. 1991
- 2/91 Konzeption für das TA-Projekt "Grundwasserschutz und Wasserversorgung" Apr. 1991
- 2/91 Ergänzung der Konzeption für das TA-Projekt "Grundwasserschutz und Wasserversorgung" Sep. 1991
- 3/91 Tätigkeitsbericht des TAB zum 31.03.91 (Kurzfassung) Mai 1991
- 4/91 Beobachtung der technisch-wissenschaftlichen Entwicklung (Ergebnisse des 1. Technikreports des FhG-ISI im Auftrag des TAB) Juni 1991
- 5/91 TA-Monitoring Bericht I - Parlamentarische Einrichtungen und ihre gegenwärtigen Themen Sep. 1991
- 6/91 Beobachtung der technisch-wissenschaftlichen Entwicklung (Ergebnisse des 2. Technikreports des FhG-ISI im Auftrag des TAB) Nov. 1991
- Nr. 7 TA-Relevanz ausgewählter Teilgebiete im Bereich "Neue Werkstoffe" (Ergebnisse des Gutachtens des FhG-INT im Auftrag des TAB) Jan. 1992
- Nr. 8 TA-Projekt "Abfallvermeidung und Hausmüllentsorgung" (Vorstudie/Kurzfassung) Jan. 1992
- Nr. 8 TA-Projekt "Abfallvermeidung und Hausmüllentsorgung" (Vorstudie/Langfassung) Mai 1992
- Nr. 9 TA-Projekt "Biologische Sicherheit bei der Nutzung der Gentechnik" (Zwischenbericht) Jan. 1992
- Nr. 10 Untersuchungsbereich "Vorsorgestrategien zum Schutz des Grundwassers im Verursacherbereich Landwirtschaft" (Zwischenbericht/Kurzfassung) Apr. 1992
- Nr. 10 Untersuchungsbereich "Vorsorgestrategien zum Schutz des Grundwassers im Verursacherbereich Landwirtschaft" (Zwischenbericht/Langfassung) Mai 1992
- Nr. 11 Tätigkeitsbericht für die Zeit vom 01.04.91 bis 30.06.92 Aug. 1992
- Nr. 12 Beobachtung der technisch-wissenschaftlichen Entwicklung (Ergebnisse des 3. Technikreports des FhG-ISI im Auftrag des TAB) Aug. 1992
- Nr. 13 TA-Projekt "Risiken bei einem verstärkten Wasserstoff-einsatz" (Kurzfassung) Nov. 1992

- Nr. 13 TA-Projekt "Risiken bei einem verstärkten Wasserstoff-einsatz" (Langfassung) Nov. 1992
- Nr. 14 Technikfolgen-Abschätzung zum Raumtransportsystem SÄNGER Okt. 1992
- Nr. 15 TA-Projekt "Neue Werkstoffe", Politische Herausforderung und technologische Chancen (Hintergrundpapier) Nov. 1992
- Nr. 16 TA-Projekt "Abfallvermeidung und Hausmüllentsorgung - Vermeidung und Verminderung von Haushaltsabfällen" (Endbericht/Kurz- und Langfassung) Juli 1993
- Nr. 17 TA-Projekt "Grundwasserschutz und Wasserversorgung" - Entwicklungsperspektiven der Wasserwirtschaft (Zusammenfassender Endbericht) Dez. 1993
- Nr. 17 TA-Projekt "Grundwasserschutz und Wasserversorgung" - Vorsorgestrategien zum Grundwasserschutz für den Bereich Landwirtschaft (Endbericht, Teil I/Kurz- und Langfassung) Dez. 1993
- Nr. 17 TA-Projekt "Grundwasserschutz und Wasserversorgung" - Vorsorgestrategien zum Grundwasserschutz für den Bausektor (Endbericht, Teil II) Dez. 1993
- Nr. 17 TA-Projekt "Grundwasserschutz und Wasserversorgung" - Problemanalyse zum Grundwasserschutz im Verkehrssektor (Endbericht, Teil III) Juni 1993
- Nr. 17 TA-Projekt "Grundwasserschutz und Wasserversorgung" - Grundwassersanierung (Endbericht, Teil IV) Juni 1993
- Nr. 17 TA-Projekt "Grundwasserschutz und Wasserversorgung" - Grundwasserdefizitgebiete durch Braunkohlentagebau in den neuen Bundesländern (Endbericht, Teil V) Sep. 1993
- Nr. 17 TA-Projekt "Grundwasserschutz und Wasserversorgung" - Zukunftsperspektiven der Wasserversorgung (Endbericht, Teil VI) Mai 1993
- Nr. 18 TA-Projekt "Genomanalyse" - Chancen und Risiken genetischer Diagnostik (Endbericht) Sep. 1993
- Nr. 19 TA-Monitoring Bericht II - Technikfolgen-Abschätzung zu neuen Biotechnologien (Auswertung ausgewählter Studien ausländischer parlamentarischer TA-Einrichtungen) Juli 1993
- Nr. 20 TA-Projekt "Biologische Sicherheit bei der Nutzung der Gentechnik" (Endbericht) Aug. 1993

- Nr. 21 Tätigkeitsbericht für die Zeit vom 01.07.92 bis 31.08.93 Sep. 1993
- Nr. 22 TA-Projekt "Neue Werkstoffe" - Wege zur integrierten Werkstoffforschung (Zwischenbericht) Jan. 1994
- Nr. 23 Monitoring "Energiemonitoring"- Auf dem Weg zu einem Europäischen Binnenmarkt für leitungsgebundene Energie (Bericht zu aktuellen Fragen der Energiepolitik) Jan. 1994
- Nr. 24 Monitoring "Technikakzeptanz und Kontroversen über Technik" - Ist die (deutsche) Öffentlichkeit 'technikfeindlich'? (Ergebnisse der Meinungs- und der Medienforschung - 1. Sachstandsbericht) Jan. 1994
- Nr. 25 Monitoring "Gentherapie" - Stand und Perspektiven naturwissenschaftlicher und medizinischer Problemlösungen bei der Entwicklung gentherapeutischer Heilmethoden (1. Sachstandsbericht) Mai 1994
- Nr. 26 TA-Projekt "Neue Werkstoffe" (Endbericht/Langfassung) Juni 1994
- Nr. 27 TA-Projekt "Möglichkeiten und Probleme bei der Verfolgung und Sicherung nationaler und EG-weiter Umweltschutzziele im Rahmen der Europäischen Normung" (Bericht zum Stand der Arbeit) Juni 1994
- Nr. 28 TA-Monitoring Bericht III - Informations- und Kommunikationstechnologien - Ausgewählte Technology Assessments des OTA - (Eine Auswertung von sieben OTA-Studien) Juni 1994
- Nr. 29 Monitoring "Energiemonitoring" - Sicherung einheimischer Energiequellen in Europa: Ein Ländervergleich im Binnenmarkt (Bericht zu aktuellen Fragen der Energiepolitik) Aug. 1994
- Nr. 30 TA-Projekt "Umwelttechnik und wirtschaftliche Entwicklung" (Zwischenbericht) Sep. 1994
- Nr. 31 Tätigkeitsbericht für die Zeit vom 01.09.93 bis 31.08.94 Okt. 1994
- Nr. 32 TA-Projekt "Neue Werkstoffe" (Endbericht) Jan. 1995
- Nr. 33 TA-Projekt "Multimedia - Mythen, Chancen und Herausforderungen" (Endbericht) Mai 1995
- Nr. 34 TA-Projekt "Auswirkungen moderner Biotechnologien auf Entwicklungsländer und Folgen für die zukünftige Zusammenarbeit zwischen Industrie- und Entwicklungsländern" (Endbericht) Mai 1995

- Nr. 35 TA-Projekt "Umwelttechnik und wirtschaftliche Entwicklung" - Integrierte Umwelttechnik - Chancen erkennen und nutzen" (Endbericht) Nov. 1995
- Nr. 36 Monitoring "Energiemonitoring"- Deutschlands Erdgaswirtschaft im europäischen Verbund (Bericht zu aktuellen Fragen der Energiepolitik) Juni 1995
- Nr. 37 Tätigkeitsbericht für die Zeit vom 01.09.94 bis 31.08.95 Jan. 1996
- Nr. 38 TA-Monitoring - "TA-Studien im Bereich Informationstechnologie - Eine Auswertung von sechs Studien europäischer parlamentarischer TA-Einrichtungen" Jan. 1996
- Nr. 39 TA-Monitoring "Stand der Technikfolgen-Abschätzung im Bereich der Medizintechnik" Apr. 1996
- Nr. 40 Monitoring "Gentherapie" - Die rechtliche Regelung der Gentherapie im Ausland - Eine Dokumentation (2. Sachstandsbericht) Apr. 1996
- Nr. 41 Monitoring "Nachwachsende Rohstoffe" - Verbrennung von Biomasse zur Wärme- und Stromgewinnung (1. Sachstandsbericht) Juli 1996
- Nr. 42 Monitoring "Exportchancen für Techniken zur Nutzung regenerativer Energien" (Sachstandsbericht) Aug. 1996
- Nr. 43 TA-Projekt "Möglichkeiten und Probleme bei der Verfolgung und Sicherung nationaler und EG-weiter Umweltschutzziele im Rahmen der europäischen Normung" (Endbericht) Sep. 1996
- Nr. 44 Machbarkeitsstudie zu einem "Forum für Wissenschaft und Technik" (Endbericht) Sep. 1996
- Nr. 45 TA-Projekt "Kontrollkriterien für die Bewertung und Entscheidung bezüglich neuer Technologien im Rüstungsbereich" (Endbericht) Sep. 1996
- Nr. 46 Monitoring "Stand und Perspektiven der Katalysatoren- und Enzymtechnik" (Sachstandsbericht) Dez. 1996
- Nr. 47 TA-Projekt "Umwelt und Gesundheit" (Vorstudie) März 1997
- Nr. 48 Tätigkeitsbericht für die Zeit vom 01.09.95 bis 31.08.96 Feb. 1997
- Nr. 49 Monitoring "Nachwachsende Rohstoffe" - Vergasung und Pyrolyse von Biomasse (2. Sachstandsbericht) Apr. 1997
- Nr. 50 Monitoring "Forschungs- und Technologiepolitik für eine nachhaltige Entwicklung" (Sachstandsbericht) Juni 1997

- Nr. 51 Monitoring "Zum Entwicklungsstand der Brennstoffzellen-Technologie" (Sachstandsbericht) Sep. 1997
- Nr. 52 TA-Projekt "Entwicklung und Folgen des Tourismus" (Bericht zum Abschluss der Phase I) Okt. 1997
- Nr. 53 Monitoring "Nachwachsende Rohstoffe" - Pflanzliche Öle und andere Kraftstoffe aus Pflanzen (3. Sachstandsbericht) Nov. 1997
- Nr. 54 Monitoring "Technikakzeptanz und Kontroversen über Technik" - Ambivalenz und Widersprüche: Die Einstellung der deutschen Bevölkerung zur Technik (Ergebnisse einer repräsentativen Umfrage - 2. Sachstandsbericht) Dez. 1997
- Nr. 55 TA-Projekt "Gentechnik, Züchtung und Biodiversität" (Endbericht) Apr. 1998
- Nr. 56 TA-Projekt "Entwicklung und Analyse von Optionen zur Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger" (Endbericht/Kurzfassung) Okt. 1998
- Nr. 57 Tätigkeitsbericht des TAB für die Zeit vom 01.09.1996 bis 31.08.1997 Apr. 1998
- Nr. 58 TA-Projekt "Forschungs- und Technologiepolitik für eine nachhaltige Entwicklung" (Sachstandsbericht) Juni 1998
- Nr. 59 TA-Projekt "Entwicklung und Folgen des Tourismus" (Bericht zum Abschluss der Phase II) Apr. 1999
- Nr. 60 Tätigkeitsbericht des TAB für die Zeit vom 01.09.1997 bis 31.08.1998 Apr. 1999
- Nr. 61 Monitoring "Nachwachsende Rohstoffe" - Einsatz nachwachsender Rohstoffe im Wohnungsbau (4. Sachstandsbericht) Juli 1999
- Nr. 62 TA-Projekt "Neue Materialien zur Energieeinsparung und zur Energieumwandlung" (Vorstudie) Juli 1999
- Nr. 63 TA-Projekt "Umwelt und Gesundheit" (Endbericht) Sep. 1999
- Nr. 64 TA-Monitoring "Xenotransplantation" (Sachstandsbericht) Dez. 1999
- Nr. 65 TA-Projekt "Klonen von Tieren" (Endbericht) März 2000
- Nr. 66 TA-Monitoring "Stand und Perspektiven der genetischen Diagnostik" (Sachstandsbericht) Apr. 2000
- Nr. 67 TA-Projekt "Brennstoffzellen-Technologie" (Endbericht) Juni 2000

- Nr. 68 Monitoring "Risikoabschätzung und Nachzulassungs-Monitoring transgener Pflanzen" (Sachstandsbericht) Nov. 2000
- Nr. 69 TA-Projekt "Elemente einer Strategie für eine nachhaltige Energieversorgung" (Vorstudie) Dez. 2000
- Nr. 70 Tätigkeitsbericht des TAB für die Zeit vom 01.09.1998 bis 31.12.1999 Dez. 2000

### **TAB-Diskussionspapiere**

- 1/91 Technikfolgen-Abschätzung und Umweltverträglichkeitsprüfung: Konzepte und Entscheidungsbezug - Ein Vergleich zweier Instrumente der Technik- und Umweltpolitik (aus dem TAB-Arbeitsbereich "Konzepte und Methoden") Okt. 1991
- Nr. 2 Das Bild der "Biologischen Sicherheit" und der "Genomanalyse" in der Deutschen Tagespresse (1988 - 1990) (Gutachten im Auftrag des TAB) März 1992
- Nr. 3 "Gentechnologie und Genomanalyse aus der Sicht der Bevölkerung" (Ergebnisse einer Bevölkerungsumfrage des TAB) Dez. 1992
- Nr. 4 Internationale Ausrichtung und Beobachtung der Forschung in Ost- und Westdeutschland - Eine bibliometrische Studie zu Aspekten der Technikgenese im vereinten Deutschland Jan. 1993
- Nr. 5 Die Konzeption der Environmental Protection Agency zur Grundwasser- und Altlastensanierung: Superfund Jan. 1993
- Nr. 6 Diskurse über Technik: Öffentliche Technikkontroversen und Technikfolgen-Abschätzung als Erscheinungen reflexiver Modernisierung Mai 1994
- Nr. 7 Technikakzeptanz und Kontroversen über Technik - Technikakzeptanz aus der Sicht der Industrie Jan. 1996
- Nr. 8 Technikfolgen-Abschätzung und Diffusionsforschung - ein Diskussionsbeitrag März 2000

**TAB-Hintergrundpapiere**

- Nr. 1 Auswertung des Workshops am 26.11.1992 "Grundwassergefährdungspotenziale im Bausektor" Apr. 1993
- Nr. 2 "Die Anwendungsproblematik der pränatalen Diagnose aus der Sicht von Beratenen und Beratern" (Gutachten im Auftrag des TAB) Jan. 1994
- Nr. 3 "Neue Rohstoffe für neue Werkstoffe" Juli 1994
- Nr. 4 "Functional Food - Funktionelle Lebensmittel" (Gutachten im Auftrag des TAB) Sep. 1999



**TAB**

Büro für Technikfolgen-Abschätzung  
beim Deutschen Bundestag

Neue Schönhauser Str. 10 · 10178 Berlin

Telefon: 0 30 / 28 49 10

Telefax: 0 30 / 28 49 11 1

e-mail: [buero@tab.fzk.de](mailto:buero@tab.fzk.de)

Internet: [www.tab.fzk.de](http://www.tab.fzk.de)

ISSN-Print 2364-2599

ISSN-Internet 2364-2602