

Dezember 2000



**TAB**

# Tätigkeitsbericht

für die Zeit vom 01.09.1998 bis 31.12.1999



TAB

TAB-Arbeitsbericht Nr. 70



TAB

Büro für Technikfolgen-Abschätzung  
beim Deutschen Bundestag

# Inhalt

<b>Vorwort .....</b>	<b>3</b>
<b>I. Zielsetzung und Arbeitsbereiche .....</b>	<b>5</b>
<b>II. Organisation und Berichterstattung.....</b>	<b>7</b>
1. Organisation und Finanzierung.....	7
2. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.....	8
3. Berichterstattung .....	8
<b>III. TA-Projekte .....</b>	<b>11</b>
1. Umwelt und Gesundheit .....	11
2. Entwicklung und Folgen des Tourismus (Phase II).....	29
3. Neue Materialien zur Energieeinsparung und zur Energieumwandlung.....	35
4. Brennstoffzellen-Technologie .....	46
5. Klonen von Tieren.....	50
6. Bioenergieträger und Entwicklungsländer .....	62
7. Tourismus in National- und Naturparks.....	71
8. Entwicklungstendenzen von Nahrungsmittelangebot und -nachfrage und ihre Folgen.....	75
9. Elektrizitätsversorgung in Deutschland während eines Ausstiegs aus der Kernenergienutzung und danach.....	78
10. Perspektiven regenerativer Energieträger .....	81

11. Folgen von Umweltschutz und Ressourcenschonung für Ausbildung, Qualifikation und Beschäftigung .....	84
<b>IV. Monitoring-Vorhaben .....</b>	<b>89</b>
1. Nachwachsende Rohstoffe.....	89
2. Functional Food - Funktionelle Lebensmittel.....	93
3. Gendiagnostik/Gentherapie.....	95
4. Sachstand zur Risikoabschätzung und zum Nachzulassungs- Monitoring transgener Pflanzen.....	101
5. Xenotransplantation.....	104
<b>V. Konzepte und Methoden .....</b>	<b>109</b>
1. TA und Diffusionsforschung .....	109
<b>VI. Publikationen des TAB.....</b>	<b>115</b>

## Vorwort

Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) legt hiermit seinen Tätigkeitsbericht für den Zeitraum **Herbst 1998 bis Dezember 1999** vor.

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

- **Umwelt und Gesundheit**  
(für den Ausschuss für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)
- **Entwicklung und Folgen des Tourismus (Phase II)**  
(für den Ausschuss für Fremdenverkehr und Tourismus)
- **Neue Materialien zur Energieeinsparung und zur Energieumwandlung**  
(für den Ausschuss für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)
- **Brennstoffzellen-Technologie**  
(für den Ausschuss für Bildung, Wissenschaft, Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung)
- **Klonen von Tieren**  
(für den Ausschuss für Bildung, Wissenschaft, Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung)
- **Bioenergieträger und Entwicklungsländer**  
(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)
- **Elektrizitätsversorgung in Deutschland während eines Ausstiegs aus der Kernenergienutzung und danach**  
(für den Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung)
- **Perspektiven regenerativer Energieträger**  
(für den Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung)
- **Folgen von Umweltschutz und Ressourcenschonung für Ausbildung, Qualifikation und Beschäftigung**  
(für den Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung)

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

- Nachwachsende Rohstoffe
- Funktionelle Lebensmittel
- Risikoabschätzung und Nachzulassungsmonitoring transgener Pflanzen
- Gendiagnostik/Gentherapie
- Xenotransplantation

Im Rahmen der Bearbeitung dieses umfangreichen Programms wurden 39 Gutachten mit einem Gesamtvolumen von ca. 2,2 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 Berichte zu den Projekten "Optionen zur Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger", "Gentechnik, Züchtung und Biodiversität" und "Entwicklung und Folgen des Tourismus".

Die Nachfrage innerhalb und außerhalb des Parlaments nach den Arbeitsergebnissen des TAB nimmt weiterhin zu. Von den über 70 Arbeitsberichten, Diskussionspapieren und Hintergrundpapieren, die das TAB bis Ende 1999 erstellt hat, sind insgesamt 35.000 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 Herrn Jürgen W. Möllemann (FDP), der im Berichtszeitraum als Vorsitzender 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 Berichterstattem 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 in Höhe von 1,8 Mio. DM 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.)  
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.)  
Kirsten Lippert  
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 zur Zeit 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. Umwelt und Gesundheit

##### 1.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Auf Vorschlag des **Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit** sollten Ausgangslage und Strategien für einen vorsorgenden Gesundheitsschutz im Bereich Umwelt und Gesundheit untersucht und der wissenschaftliche und gesellschaftliche Diskussionsstand zu dieser Thematik aufbereitet werden. Das Projekt wurde im September 1999 abgeschlossen.

In unserer Umwelt ist eine kaum überschaubare Zahl von physikalischen, biologischen und chemischen Faktoren und Stoffen vorhanden, die potenziell gesundheitsschädigend sind. Ob tatsächlich eine Gesundheitsgefährdung von einer Noxe ausgeht, ist jedoch abhängig von **komplexen Wirkungszusammenhängen**, u.a. von der Emissionssituation, der Expositionssituation und den Wirkmechanismen im Menschen. Zugleich gibt es eine Vielzahl von somatischen und psychischen Erkrankungen bzw. Störungen, die mit den anthropogenen Umweltbelastungen in Verbindung gebracht werden. Insgesamt bestehen zahlreiche Kenntnislücken und Unsicherheiten bei der Bewertung der Gefährdungspotenziale.

**Zielsetzung des TA-Projektes** war es,

- den **Kenntnisstand** zu den Gesundheitsgefährdungspotenzialen von Umweltbelastungen aufzuarbeiten,
- die wissenschaftlichen und gesellschaftlichen **Bewertungskontroversen** über umweltbeeinflusste Gesundheitsgefährdungspotenziale nachvollziehbar zu machen und Vorschläge zum Umgang mit diesen Bewertungskontroversen zu entwickeln sowie
- Ansatzpunkte für **vorsorgende, umweltbezogene Präventionsstrategien** herauszuarbeiten und diese auf ihre jeweiligen Vor- und Nachteile hin zu untersuchen.

## 1.2 Stand der Arbeiten

Im Herbst 1995 hat das TAB mit einer **Vorstudie** zu diesem TA-Projekt begonnen. Im Rahmen der Vorstudie wurden drei Gutachten vergeben. Zielsetzung der Vorstudie war die Erarbeitung eines Sachstandsberichtes über gesundheitlich relevante Umweltbelastungen und umweltbeeinflusste Krankheiten sowie die Identifikation von Problemfeldern, die im Rahmen der Hauptstudie vertieft untersucht werden sollten. Die Vorstudie wurde im März 1997 vorgelegt (**TAB-Arbeitsbericht Nr. 47**).

Nach einer Diskussion mit den Berichterstattern für dieses Projekt aus den Ausschüssen für Gesundheit und für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit hat das TAB im Herbst 1996 eine **Konzeption für die Hauptstudie** vorgelegt. Der damalige Ausschuss für Bildung, Wissenschaft, Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung (BFTA) des Deutschen Bundestages hat dieser Vorgehensweise zugestimmt. Die Hauptstudie soll sich auf Fragen der Bewertungsansätze und der Präventionsstrategien konzentrieren. Wegen des Bearbeitungsaufwands und aufgrund der Untersuchungslogik wurde die Hauptstudie in zwei Phasen unterteilt.

In der **Hauptphase I** ("Bewertungsansätze") wurden, ausgehend vom Stand der toxikologischen, epidemiologischen, ärztlichen und klinischen Kenntnisse und der Erfahrung Betroffener, die bestehenden Bewertungskontroversen im Bereich Umwelt und Gesundheit untersucht. Dabei wurde zwischen naturwissenschaftlichen, medizinischen, psychosozialen und präventionspolitischen Bewertungskontroversen unterschieden. Hierzu wurden insgesamt zehn Gutachten vergeben. Zielsetzung dieser Untersuchungsphase war es, inhaltliche, prozedurale und institutionelle Ansätze zum Umgang mit den Bewertungskonflikten zu entwickeln.

Für die **Hauptphase II** ("Präventionsansätze") wurde vorgeschlagen, vor dem Hintergrund der Bewertungskontroversen bereits verfolgte und neu entwickelte Präventionsansätze systematisch zusammenzustellen und zu analysieren. Zielsetzung dieser Untersuchungsphase ist es, die Grenzen und Möglichkeiten verschiedener Präventionsstrategien, mögliche Kombinationen und Anwendungsfelder herauszuarbeiten.

Mit den Gutachten aus Phase I lag dem TAB sehr umfangreiches Material vor, das über die Bewertungskontroversen hinaus auch schon Fragen der Präventionsansätze behandelt. Es zeigte sich, dass die vorgesehene Trennung von Bewertungskontroversen und Präventionsansätzen nicht sinnvoll durchzuhalten

ist. Weiterhin hatte die Auswertung der Gutachten aus Phase I ergeben, dass die Handlungsmöglichkeiten zum Umgang mit Bewertungskontroversen gleichzeitig integraler Bestandteil von Präventionsstrategien sein sollten. Schließlich schien sowohl bei den Ansätzen zum Umgang mit Bewertungskontroversen als auch bei den Ansätzen für Präventionsstrategien eine intensive Diskussion mit den betroffenen gesellschaftlichen Akteuren notwendig, die bisher nicht geleistet werden konnte. Aus dem Stand der Projektbearbeitung ergab sich daher, dass die **weitere Vorgehensweise** (gegenüber dem ursprünglichen Vorschlag) in Absprache mit den Berichterstattern des BFTA modifiziert wurde. Ergänzend zu den Gutachten der Phase I wurden noch drei Gutachten zu bestimmten präventionspolitisch relevanten Schwerpunkten vergeben, und zwar

- zur Verbesserung der **Umwelt- und Gesundheitsinformationssysteme** sowie
- zu Ansatzpunkten zur **Stärkung gesundheitsförderlicher Lebensbedingungen**.

Wesentliche Teile des Endberichtes wurden - nach einer Durchsicht und Kommentierung durch die beteiligten Gutachter - in einer Entwurfsversion im April und Mai 1999 auf zwei **Workshops mit Vertretern verschiedener relevanter Akteure** im Problembereich "Umwelt und Gesundheit" intensiv diskutiert. Ergänzungen und Anregungen aus diesen Veranstaltungen sind an vielen Stellen in den Endbericht eingeflossen. Der **Endbericht** wurde im September 1999 den Berichterstatterinnen und Berichterstattern für Technikfolgen-Abschätzung des BFTA-Ausschusses vorgelegt (**TAB-Arbeitsbericht Nr. 63**).

### 1.3 Ergebnisse

Der Schutz der menschlichen Gesundheit ist ein wesentlicher Ausgangspunkt und Bestandteil der **Umweltpolitik**. Ständig neue Meldungen und Erkenntnisse über gesundheitsschädliche Stoffe in der Umwelt und andere anthropogene Umweltbelastungen beschäftigen die Öffentlichkeit und die politischen Entscheidungsträger. Die **Gesundheitspolitik** dagegen ist nach wie vor auf die Ausgestaltung und Finanzierung der medizinischen Versorgung konzentriert.

Im Problemfeld "Umwelt und Gesundheit" herrschen bislang unabgestimmte und kurzfristige Einzelentscheidungen vor. Umwelt- und Gesundheitspolitik sind unzureichend vernetzt. Vor allem von der internationalen Ebene gehen

konzeptionelle Überlegungen und Anstöße aus, eine **intersektorale Politik** für die umweltbeeinflussten Gesundheitsrisiken zu entwickeln.

Neben den Anstößen der Rio-Konferenz und der aus ihr resultierenden Agenda 21 sowie weiteren UN-Konferenzen sind vor allem die Programme der WHO prägend für die internationale Debatte, u.a. die Strategie "Gesundheit für alle" (1977), mittlerweile als "Gesundheit für alle im 21. Jahrhundert" fortgeschrieben, oder die "Ottawa-Charta" zur Gesundheitsförderung (1986).

Auf europäischer Ebene wurde ebenfalls von der WHO das Thema "Umwelt und Gesundheit" etabliert, zuerst durch die gleichnamige "Europäische Charta" (1989), später durch den "Aktionsplan Umwelt und Gesundheit für Europa" (1994), aus dem für alle Unterzeichnerstaaten die Verpflichtung zur Vorlage nationaler Aktionspläne erwachsen ist, so auch für die Bundesrepublik Deutschland. Dieser Pflicht sind die Bundesministerien für Gesundheit und für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Juni 1999 mit ihrem "**Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit**" nachgekommen, das zwar auch einige stoff- und medienbezogene Qualitätsziele und zugehörige Maßnahmen benennt, ansonsten aber schwerpunktmäßig Querschnittsthemen und -maßnahmen aufgreift. Die vorgesehenen Maßnahmen beziehen sich vor allem auf den zukünftigen Beitrag der (wissenschaftlichen) Bundesoberbehörden, darüber hinaus werden "alle relevanten Gruppen und Institutionen" aufgefordert, "sich an der Diskussion und Weiterentwicklung des Programms zu beteiligen und ihren Beitrag zu seiner Umsetzung zu leisten".

### **Bewertungskontroversen**

Zur Strukturierung der Kontroversen im Bereich Umwelt und Gesundheit liegt kein feststehendes, anerkanntes Schema vor. In diesem Bericht wird zwischen einer wissenschaftlichen, einer gesellschaftlichen und einer politischen Ebene unterschieden. Bei dieser Unterscheidung handelt es sich um ein analytisches Hilfsmittel zur übersichtlicheren Darstellung, denn in Wirklichkeit greifen diese Ebenen immer wieder ineinander und werden vermischt.

Auf der **wissenschaftlichen Ebene** geht es grundsätzlich darum, ob ein Zusammenhang (bzw. eine Kausalbeziehung) zwischen der Umwelt (bzw. Umweltbelastungen) und der Gesundheit (bzw. dem Krankheitsgeschehen) besteht. Wissenschaftliche Ebene bedeutet hier nicht, dass nur Wissenschaftler mit unterschiedlichen Einschätzungen an den Kontroversen beteiligt sind, sondern

dass die Frage nach Ursachen und Wirkungen - beispielsweise auch durch Laien - behandelt wird.

### *Gefährdungspotenziale und Kausalnachweise*

Von der "Umweltseite" her betrachtet, lautet die Fragestellung: **Wie sind die Gesundheitsgefährdungspotenziale von Umweltnoxen einzuschätzen?** Ohne auf die vielen Einzelnoxen einzugehen, werden Probleme der toxikologischen und epidemiologischen Risikoabschätzung, insbesondere von Kombinationswirkungen, sowie die Frage nach den psychischen Folgewirkungen diskutiert.

Die Risikoabschätzung für Einzelnoxen lässt sich noch verbessern und die Diskussion über sie rationaler gestalten. Das Auftreten unterschiedlicher Einschätzungen und entsprechender Kontroversen wird aber nicht auszuräumen sein. Ein besseres Verständnis für die Relevanz von Kombinationswirkungen bzw. komplexen Umweltbelastungen ist noch zu erarbeiten. Das Risikoabschätzungsmodell für Einzelnoxen wird hier an grundsätzliche Grenzen stoßen. Die Stärkung von salutogenetischer Perspektive und Gesundheitsförderung (s.u.) kann dieses Dilemma konventioneller Risikoabschätzungen zwar nicht aufheben, aber mildern.

### *Krankheitstypen und Ursachenzuschreibungen*

Die Problemstellung aus der "Gesundheitsperspektive" lautet: **Welche Erkrankungen sind tatsächlich auf den Einfluss von Umweltnoxen zurückzuführen?** Und wie sind diese zu behandeln oder zu vermeiden? Hiermit eng verbunden ist die Frage nach dem Selbstverständnis und der Ausrichtung der Disziplin "Umweltmedizin" in Forschung und Praxis.

Es wird erwartet, dass sich das Verständnis umweltbeeinflusster Gesundheitsstörungen zukünftig differenzieren und erweitern wird und dadurch Verbesserungen im Umgang mit ihnen erreicht werden können. Dies gilt insbesondere für Umweltsyndrome wie Multiple-Chemical-Sensitivity (MCS). Zur Klärung psychischer Ursachen und Folgen umweltbeeinflusster Erkrankungen wird noch erheblicher Forschungsbedarf gesehen, insbesondere im Hinblick auf die Erarbeitung und Etablierung praktikabler Diagnoseverfahren. Es spricht viel dafür, dass nicht so sehr einzelne Stoffe bzw. Noxen, sondern bestimmte Lebensverhältnisse krank machen. Dies sollte bei Forschungsansätzen, bei Diagnosen und der Suche nach Therapien und Präventionsmöglichkeiten verstärkt berücksichtigt werden. Eine entscheidende Rolle spielen die Verteilung der

Zuständigkeiten im Gesundheitssystem, die Kompetenz der jeweiligen Akteure und die Qualität der angewandten Verfahren und Instrumente. Neben einer notwendigen Verbesserung der Qualitätssicherung wird die Entwicklung neuer Kooperations- und Aktionsformen von großer Bedeutung sein.

### *Informationsgrundlagen und gesellschaftliche Bewertung*

Auf der **gesellschaftlichen Ebene** geht es grundsätzlich um Bewertungen von festgestellten Zusammenhängen zwischen Umweltbelastungen und Gesundheit. Die Frage lautet hier also: **Wie groß sind die Probleme bei umweltbeeinflussten Gesundheitsstörungen, wie verteilen und entwickeln sie sich?**

Angesichts der überall vorhandenen Wissensdefizite ist es nicht verwunderlich, dass die Notwendigkeit der Verbesserung der Informationsgrundlage praktisch unumstritten ist, auch wenn unterschiedliche Vorstellungen über Anspruch, Umfang und Leistung bestehen. Die unterschiedlichen Einschätzungen von umweltbeeinflussten Gesundheitsgefährdungen werden sich aber in vielen Fällen nicht aufheben lassen, da differierende Bewertungen und Interessen sowie Unsicherheiten im Kenntnisstand eine wichtige Rolle spielen und sich nicht einfach beseitigen lassen. Konfrontative Kommunikationsstrategien sollten allerdings durch eine diskursive Rationalisierung von Bewertungskonflikten ersetzt werden. Konkretere gesamtgesellschaftliche Handlungskonzepte bzw. -ansätze, wie die Herstellung von mehr "Umweltgerechtigkeit" oder die Nutzung von Dialogverfahren zur Bewältigung von Kontroversen, bedürfen ausführlicher weiterer Forschung, Entwicklung und Erprobung.

### **Präventionsansätze**

Auf der **politischen Ebene** geht es grundsätzlich um die Bestimmung von präventionspolitischen Ansätzen für den Umgang mit den festgestellten und gesellschaftlich diskutierten Zusammenhängen zwischen Umweltbelastungen und Gesundheit. Die Frage lautet hier also: **Muss etwas zusätzlich oder anders getan werden? Wie und wo muss gehandelt werden?** Unterschiedliche Einschätzungen auf der wissenschaftlichen Ebene und Bewertungen auf der gesellschaftlichen Ebene führen zu einem breitem Spektrum präventionspolitischer Ansatz- und Gestaltungsmöglichkeiten, die entsprechend kontrovers, z.T. aber auch komplementär diskutiert werden.



Eine zentrale Streitfrage im Problemfeld "Umwelt und Gesundheit" ist, ob **reaktive Prävention** vorherrscht und zu wenig **proaktive Prävention** betrieben wird oder umgekehrt. Wer von wissenschaftlich nachgewiesenen Wirkungsketten ausgeht, also insbesondere von toxikologisch und epidemiologisch fundiert untermauerten, kommt eher zu dem Ergebnis, dass ausreichend vorsorgende Prävention verwirklicht ist. Wer dagegen den Erkenntnisgrenzen der Toxikologie und Epidemiologie, den Kasuistiken der Umweltmedizin und den Problemen der Kombinationswirkungen ein stärkeres Gewicht gibt, wird eher zu dem Urteil kommen, dass bisher hauptsächlich reaktive Prävention stattgefunden hat.

Bisher ist die **Expositionsprävention** eindeutig vorherrschend, die **Dispositionsprävention** stellt die Ausnahme dar. Dies findet im Allgemeinen Zustimmung. Unterschiedliche Empfindlichkeiten, also Dispositionsunterschiede, haben allerdings in der letzten Zeit zunehmende Aufmerksamkeit gefunden. Aus ihnen wird hauptsächlich die Kritik abgeleitet, dass das Schutzniveau (z.B. Grenzwerte) unter Berücksichtigung dieser Unterschiede unzureichend sei. Fragen der Disposition könnten durch Fortschritte bei Genomanalyse und genetischen Tests an Bedeutung gewinnen. Ob und wann entsprechende Erkenntnisse für den Problembereich "Umwelt und Gesundheit" vorliegen werden, ist derzeit noch unklar. Möglichkeiten der Dispositionsprävention sollten daraus aber nur dann abgeleitet werden, wenn auch Vermeidungs- oder Behandlungsmöglichkeiten bestehen und soziale Diskriminierungen ausgeschlossen werden können.

Im Problemfeld "Umwelt und Gesundheit" kommen Ansätze sowohl der **Verhältnisprävention** als auch der **Verhaltensprävention** zur Anwendung. Bei der Verhältnisprävention besteht in der Bundesrepublik Deutschland eine umfangreiche, ordnungsrechtliche Regulierung einzelner Noxen und Umweltmedien, während die Gestaltung verursacherbezogener Rahmenbedingungen noch nicht so weit entwickelt ist. Bei der Verhaltensprävention finden sich Ansätze zur Förderung von Vermeidungsverhalten und zur Förderung von umweltverträglicherem Verhalten. Verhaltensprävention zielt bisher stark auf die Vermittlung von Wissen. In einigen Bereichen finden sich Kombinationen von Verhaltens- und Verhältnisprävention.

Ob die Gewichtung zwischen Verhaltens- und Verhältnisprävention derzeit richtig gewählt ist, darüber bestehen Bewertungskontroversen. Wesentliche Kritikpunkte an der Verhaltensprävention sind, dass sie auf die oftmals schwierig zu beeinflussende Einsicht und Motivation der Betroffenen angewiesen sei und dass damit eine falsche Verantwortungszuweisung ("falsches Verhalten")

erfolge. Andererseits zeigt sich, dass staatliche Regulierung als Verhältnisprävention oftmals erst nach einem längeren Prozess der öffentlichen Diskussion und Definition von Umwelt- und Gesundheitsgefahren und der Verhaltensänderung verschiedener Akteure erfolgt.

Bisher dominiert die **Noxenprävention**, d.h. eine Prävention für einzelne Noxen, gegenüber der **Verursacherprävention**, d.h. der Ansätze zur Verringerung von Gesundheitsgefährdungspotenzialen auf der Ebene von Verursacherebenen (z.B. Verkehr, Landwirtschaft). Noxenprävention knüpft stark an wissenschaftliche (insbesondere toxikologische) Kenntnisse über Gefährdungspotenziale an. Bei der Vielzahl potenziell relevanter Noxen besteht aber ständig die Gefahr, der Entwicklung hinterherzuhinken. Die Verursacherprävention ist dagegen stark auf gesellschaftliche Diskussionen und normative Entscheidungen angewiesen. Dementsprechend bestehen hier teilweise erhebliche (politische) Realisierungshemmnisse. Die Beeinflussung ökonomischer und technischer Entwicklungstendenzen verspricht aber längerfristig den effektiveren Gesundheitsschutz. Von der Verursacherprävention eröffnet sich ein fließender Übergang zur Gesundheitsförderung.

Die wissenschaftliche und öffentliche Diskussion im Bereich Umwelt und Gesundheit ist bisher einseitig auf Umweltbelastungen und ihre Risiken sowie auf deren Gefahrenabwehr bzw. Risikobegrenzung konzentriert. Somit dominieren bisher pathogenetische Perspektive und **Risikoprävention**.

Über die Verringerung und Vermeidung von Expositionen durch konkrete Umweltbelastungen hinaus stellt sich aber die Frage, wie **gesundheitsförderliche Lebensbedingungen in einem umfassenden Sinne** gestaltet werden können. Zwar sind die Kenntnisse über gesundheitlich bedeutsame positive Auswirkungen von materiellen und physischen Einflüssen nach wie vor sehr gering, weshalb die salutogenetische Perspektive bisher im Problemfeld "Umwelt und Gesundheit" kaum Beachtung gefunden hat, doch ist von einem erheblichen Einfluss positiver (Umwelt-)Faktoren auszugehen. So könnte vielleicht bereits eine entsprechende Veränderung der Schwerpunkte der wissenschaftlichen und öffentlichen Diskussion Verunsicherungen und Bedrohungsgefühle abbauen und neue Handlungsperspektiven für die Betroffenen und Beteiligten eröffnen. Insgesamt werden hier erhebliche, noch unerschlossene Handlungspotenziale gesehen, die im folgenden zusammengefasst werden.

## Stärkung gesundheitsförderlicher Lebensbedingungen

Die Verbesserung gesundheitsförderlicher Lebensbedingungen wird in der deutschen Diskussion um "Umwelt und Gesundheit" - wenn überhaupt - nur randständig behandelt. Gleichzeitig spielt dieses Thema in der internationalen Diskussion um eine zukunftsfähige Politikgestaltung durchaus eine wichtige Rolle. Das Thema Gesundheitsförderung schafft eine Verbindung zwischen gesundheitspolitischer Diskussion und Nachhaltigkeitsdebatte und stärkt die in der Umweltpolitik oft vernachlässigte Dimension der Gesundheit(spolitik).

In der **salutogenetischen Perspektive** werden die Gesundheit und die förderlichen Bedingungen für Gesundheit in den Mittelpunkt der Betrachtungen gestellt. Hiervon ausgehend sollen Handlungsmöglichkeiten identifiziert werden, um Gesundheit, Wohlbefinden und Lebensqualität zu erhalten bzw. zu verbessern. Anstelle von Reparaturaufgaben geht es somit um Gestaltungsaufgaben. Im Gesundheitsbereich heißt das aus einem weltweiten Grundsatzprogramm der WHO hervorgegangene Leitkonzept **Gesundheitsförderung**.

Die Theoriemodelle der Salutogenese sind aus - um Faktoren der Krankheitsbewältigung erweiterten - Stresstheorien entstanden. In ihrem Kern sind sie **Theorien über das Zusammenwirken von Belastungen und Bewältigungsstrategien**, von Risiken und Gesundheitsressourcen. Mit ihnen kann sowohl Gesundheit als auch Krankheit erklärt werden. Als Grundlage für die Gesundheitsförderung sind Theorien der Salutogenese wichtig, weil die Formulierung der erklärenden Variablen von der Seite der **Gesundheitsressourcen** aus erfolgt. Die Zielrichtung der Gesundheitsförderung ist, durch die Erhaltung und Stärkung persönlicher, sozialer und institutioneller Ressourcen die Gesundheitspotenziale zu entfalten und zu entwickeln.

Am weitesten verbreitet ist in der **Praxis der Gesundheitsförderung** die Gestaltung von Lebens- und Handlungsräumen in ihrer ganzen Komplexität. Dies gilt auf der Ebene von Regionen (z.B. Städte, Gemeinden und Stadtteile) wie auf der Ebene von Institutionen. In diesem Sinne am weitesten fortgeschritten sind Projekte der Gesundheitsförderung in Betrieben, im Krankenhaus und in der Schule sowie der Erfahrungsaustausch zwischen ihnen in nationalen und internationalen Netzwerken.

Die Aufgaben des **öffentlichen Gesundheitsdienstes (ÖGD)** werden durch Landesgesetze geregelt. In allen Gesetzen über den öffentlichen Gesundheitsdienst werden die klassischen ordnungsrechtlichen Aufgaben des ÖGD zum Schutz der Gesundheit geregelt. Für neue Aufgabenstellungen des ÖGD im Rahmen der Gesundheitsförderung, Gesundheitsberichterstattung, Gesundheitsplanung

sowie der Kooperation mit anderen Behörden und Dritten sind bisher erst teilweise differenzierte Regelungen in den Landesgesetzen getroffen worden.

Die Gesundheitsförderung braucht geeignete **Strukturen**. Viele dieser Strukturen sind spontane und manchmal auch recht flüchtige soziale Gebilde. Von besonderer Bedeutung für die gesellschaftliche Gemeinschaftsausgabe Gesundheitsförderung sind Kooperationsstrukturen, wie regionale Arbeitsgemeinschaften, Gesundheitsförderungskonferenzen sowie thematisch oder sozialräumlich ausgerichtete Netzwerke für die Gesundheitsförderung. Um Gesundheitsförderung im Sinne der Gestaltung von Lebens- und Umweltbedingungen durchsetzen zu können, werden **Politik- und Akteursnetzwerke** benötigt.

Die **Finanzierung** konkreter Maßnahmen der Gesundheitsförderung ist derzeit unzureichend. Der Anteil an den Gesamtaufwendungen für die Krankenversorgung ist minimal. Es stehen praktisch nur Finanzmittel für Einzelprojekte der Gesundheitsförderung zur Verfügung, wobei hier der Mitteleinsatz den Interessen, Handlungsprioritäten und Relevanzkriterien einzelner Träger folgt, während es keine Finanzierung für Gemeinschaftsaufgaben gibt.

## **Handlungsmöglichkeiten**

Im Problemfeld "Umwelt und Gesundheit" wird Handlungsbedarf einerseits für einen besseren Umgang mit den vielfältigen Bewertungskontroversen und eine Verbesserung der Risikoprävention gesehen. Andererseits wird ein erheblicher Handlungsbedarf zum Ausbau der Gesundheitsförderung festgestellt, wenn eine Gewichtsverlagerung des vorsorgenden Gesundheitsschutzes auf die Stärkung gesundheitsförderlicher Lebensbedingungen angestrebt wird. Insbesondere für letzteres werden detaillierte Handlungsvorschläge vorgelegt.

### *Aufbau einer umweltbezogenen Gesundheitsberichterstattung*

Der Aufbau einer umweltbezogenen Gesundheitsberichterstattung ist wiederholt gefordert worden. Basierend auf vorhandenen Elementen der Umweltberichterstattung und der Gesundheitsberichterstattung sollte eine **spezielle umweltbezogene Gesundheitsberichterstattung** entwickelt werden. Ein zentraler Ansatzpunkt sollte die bessere **Vernetzung bzw. Kooperation** der unterschiedlichen Ressorts (Umwelt, Gesundheit, Verkehr, Forschung usw.) auf den verschiedenen administrativen Ebenen (Kommune, Bezirk, Land, Bund) sowie ein intensiverer internationaler Austausch sein. Zum Teil sollten neue Daten

erhoben werden, teilweise würden aber auch neue, spezifische Verknüpfungen vorhandener Datensätze ausreichen.

### *Weiterentwicklung und Umsetzung des Aktionsprogramms "Umwelt und Gesundheit"*

Der gerade vorgelegte "Aktionsplan Umwelt und Gesundheit" enthält wertvolle Vorschläge für eine Verbesserung der Zusammenarbeit im Bereich Gesundheit und Umwelt, behandelt die Thematik allerdings schwerpunktmäßig aus pathogenetischer Perspektive. Eine **Erweiterung und Integration von Vorschlägen aus salutogenetischer Perspektive** bietet sich an, um die beiden Sektoren auch unter Gesundheitsförderungsaspekten enger miteinander zu verknüpfen. Die Akteure, Instrumente und Prozesse zur Stärkung gesundheitsförderlicher Lebensbedingungen sollten konkretisiert werden.

Zum anderen ist der vorliegende Aktionsplan "Umwelt und Gesundheit" nun umzusetzen. Dazu sind konkrete Aktionen und Programme zu entwickeln, damit das Aktionsprogramm nicht ein folgenloses Dokument wird. Die **Umsetzung** kann nicht alleine auf der Ebene der Ministerien und obersten Bundesbehörden erfolgen. Deshalb sollten die verschiedenen Akteure beteiligt und Partizipationsmöglichkeiten geschaffen werden. Auch wäre zu prüfen, inwieweit Dialogverfahren (s.u.) in den Umsetzungsprozess eingebunden werden könnten.

### *Stärkung von Partizipation und Dialogen*

Die Stärkung partizipativer Elemente und Verfahren stellt eine der wichtigsten Maßnahmen zum besseren **Umgang mit den Bewertungskontroversen** im Bereich "Umwelt und Gesundheit" dar. Handlungsmöglichkeiten werden insbesondere in folgenden Bereichen gesehen:

- **Verbesserung der Verfahren zur Umweltstandardfestsetzung:** Die Zielrichtung der Verbesserungsvorschläge des SRU wie des Aktionsprogramms wird durch die Ergebnisse des vorliegenden Berichts vor allem in ihrer Betonung der Prozesshaftigkeit und der Forderung nach Öffnung, Dialog und Partizipation unterstützt. Aus diesem Grund ist es besonders wichtig, diese Elemente bereits bei der Besetzung zukünftiger Gremien zur Weiterentwicklung der Standardsetzungsverfahren zu berücksichtigen. Je unsicherer die Wissens- und Beurteilungsstände sind, desto mehr erscheint eine

Öffnung der Verfahren nötig - wenn auch desto mühsamer -, um zu gesellschaftlich tragfähigen und vermittelbaren Ergebnissen zu kommen.

- **Partizipative Verfahren beim Umgang mit krankheitsbezogenen Kontroversen:** Als mögliche Ansatzpunkte wurden hier identifiziert die Einbeziehung von Betroffenen in Forschungsprojekten, der Dialog zwischen verschiedenen umweltmedizinischen Richtungen und Akteuren sowie die Entwicklung und Nutzung von Mediationsverfahren für umweltmedizinische Fragestellungen.
- **Dialogverfahren zur Dissensklärung bei der Notwendigkeit und Ausgestaltung von Präventionsansätzen:** Nicht nur bei Einzelfragen, sondern auch bei der gesamtgesellschaftlichen Auseinandersetzung über das Thema "Umwelt und Gesundheit" besteht ein hoher Bedarf an dialogischen Verfahren. Das Ziel sollte sein, die Ursachen für die jeweiligen Konflikte, für ihre z.T. hohe emotionale Aufladung und für die bestehenden Kommunikationsblockaden transparent zu machen sowie auf dieser Grundlage Optionen eines sachlich und sozial angemesseneren Umgangs mit den zugrundeliegenden Problemen auszuloten. Das bezieht sich vorrangig auf die Problemfelder des Kausalnachweises, der Unter- oder Überbewertung von Gefährdungen und der angemessenen Präventionsstrategien. Von zentraler Bedeutung für den potenziellen Erfolg wird die neutrale Trägerschaft möglicher Foren sein.

Auf kommunaler Ebene besteht ein großer Bedarf an breit angelegten Mitwirkungsmöglichkeiten der Bürger an der Planung und Gestaltung gesundheitsfördernder Lebensbedingungen. Aber auch regionale und nationale Planungen und Entscheidungen zur Stärkung gesundheitsförderlicher Lebensbedingungen erfordern Mitgestaltungsmöglichkeiten.

#### *Stärkung sektorübergreifender Politikansätze*

Ein schwerwiegendes Hemmnis für eine sektorübergreifende Politik ist auf allen politischen Ebenen die Gliederung von Politik und Verwaltung in Fachressorts mit ihren engen Zuständigkeiten und oft starr reglementierten bürokratischen Handlungsrountinen. Dies gilt sowohl beim Umgang mit Bewertungskontroversen als auch bei der Gesundheitsförderung. Handlungsoptionen werden in folgenden Bereichen vorgestellt:

- **Schaffung von Organisationsstrukturen für intersektorale Kooperation** durch die Einrichtung einer Koordinierungseinheit "Integrierte Bericht-

erstattung und Gestaltung gesundheitsförderlicher Lebensbedingungen" auf Bundesebene, die Schaffung eines Beirates zur Gesundheitsförderung oder einer Gesundheitsförderungskonferenz auf Bundesebene sowie die Einrichtung bzw. Stärkung von Kooperationsgremien auf Landesebene und kommunaler Ebene.

- **Vernetzung von Programmen und Akteuren** z.B. mittels eines Modellprogramms zur Bildung einer Infrastruktur für intersektorale Kooperation und zur Förderung von Querschnittsprojekten im öffentlichen Gesundheitsdienst, eines Programms zur Unterstützung der Beteiligung von Städten und Gemeinden an internationalen und nationalen Netzwerken und Agenda-21-Projekten oder der Schaffung von Anreizen und Strukturen für Kommunen mit lokalen Agenda-21-Prozessen zur Integration der Gesundheitsförderung.
- **Förderung interdisziplinärer Forschungsansätze und Bündelung der Informationsgewinnung:** Die interdisziplinäre Zusammenarbeit sollte einerseits durch die Initiierung entsprechender Verbundprojekte und andererseits durch den Ausbau von multidisziplinären Fächern wie Public Health gefördert werden. Außerdem wird von vielen Seiten die Schaffung einer umfassend zuständigen Institution bzw. Instanz zur Risikoabschätzung von Umweltnoxen gefordert, die als zentraler "Eingangskanal" und "Frühwarnsystem" fungieren soll.

### *Ausbau der Qualitätssicherung*

In verschiedenen Bereichen des Problemfeldes "Umwelt und Gesundheit" sollten in Zukunft Systeme der Qualitätssicherung entwickelt und verstärkt eingesetzt werden, um die Effektivität in der Problembehandlung zu erhöhen.

**Qualitätssicherung von Forschung** beinhaltet die fortlaufende Prozess- und abschließende Produktevaluation von Forschungsprojekten bzw. -programmen und daraus die Ableitung von Verfahrens- und sonstigen Verbesserungsvorschlägen. Qualitätssicherung der Forschung ist letztlich nur als wissenschaftsintern zu bewältigende Regulierung vorstellbar. Die diesbezüglichen Entwicklungen innerhalb der Wissenschaft können aber durch Impulse und Forderungen sowohl von den Abnehmern als auch von den Finanziers und insbesondere vom Staat ermutigt, bestärkt und beschleunigt werden.

**Umweltmedizinische Qualitätssicherungssysteme** sind erforderlich für umweltmedizinische Anamnese und Diagnostik, Erhebung äußerer Expositionen (Umfeldbegehungen, Umgebungsmonitoring usw.), Bio-Monitoring (Indikation, Probenahme, Laborpraxis), labormedizinische Untersuchungen sowie Therapiewahl

und -begleitung. Da es bisher keine etablierten Qualitätssicherungssysteme gibt, sollten diese entwickelt werden. Eine zentrale Voraussetzung für die Etablierung entsprechender Qualitätssicherungssysteme wird sein, dass sich dieser Aufwand auch lohnt, d.h. dass die Finanzierung bzw. Kostenübernahme für entsprechende Leistungen an die Einhaltung derartiger Standards gebunden wird.

**Qualitätssicherung in der Gesundheitsförderung** ist ebenfalls noch zu entwickeln. Diese Aufgabe könnten Kooperationsgremien, ein Referenz- und Transparenz-Zentrum sowie Modellprogramme, die zur Diskussion gestellt werden, übernehmen.

#### *Absicherung der finanziellen und rechtlichen Basis*

Die rechtlichen und finanziellen Grundlagen für **integrierte Programme der Gesundheitsförderung** sind unzureichend. Es fehlt vor allem an Möglichkeiten der Zusammenführung finanzieller Mittel (**Fonds-Lösungen**), um solche gemeinschaftliche Aufgaben finanzieren zu können. Insgesamt sollte die **Beseitigung von Anwendungsdefiziten** bei den bereits bestehenden rechtlichen Regelungen deutlich Vorrang vor Änderungen oder Ergänzungen der Rechtslandschaft haben. Ausnahmen sind eine **bessere Verankerung der Gesundheitsförderungen in den Landesgesetzen zum öffentlichen Gesundheitsdienst** sowie eine erhebliche **Erweiterung der Beteiligungsmöglichkeiten von Krankenversicherungen an Gemeinschaftsaufgaben der Gesundheitsförderung und Prävention**.

Bei den **Bewertungskontroversen** in der Risikoprävention wird rechtlicher Regelungsbedarf vorrangig bei der Verbesserung und Vereinheitlichung der **Verfahren zur Umweltstandardfestsetzung** gesehen.

#### *Forschungsbedarf*

Bewertungskontroversen im Problemfeld "Umwelt und Gesundheit" werden sich durch einen verbesserten Kenntnisstand und vermehrte Forschungsanstrengungen alleine nicht auflösen lassen. Außerdem ist oftmals - insbesondere bei vergleichsweise schwächeren Effektgrößen - mit widersprüchlichen Ergebnissen zu rechnen, selbst wenn mehrere Studien zur Prüfung vergleichbarer Hypothesen über spezifischere Ursache-Wirkungs-Beziehungen vorliegen, so dass sowohl Befürworter als auch Kritiker Hinweise für eine Bestätigung der persönlich vertretenen Annahme ableiten können. Wissenschaftsmethodisch



aussagekräftigere Verfahren der Ergebnisgewichtung können zudem meist bereits wegen der dafür erforderlichen Anzahl unabhängig gewonnener Untersuchungsergebnisse nur selten sinnvoll eingesetzt werden.

Trotz dieser Einschränkungen sollten besonders **aktuelle und drängende Wissens- und Forschungsdefizite** möglichst verringert werden. Hierfür kommen insbesondere in Betracht:

- Verstärkung und Systematisierung der **Forschung zu Kombinationswirkungen,**
- Intensivierung der **Forschungsanstrengungen zu neurotoxischen und psychovegetativen Wirkungen von Schadstoffbelastungen,**
- Entwicklung und Durchführung eines umfassenden **Forschungsprojektes zu Umweltsyndromen,** vor allem **Multiple-Chemical-Sensitivity (MCS),**
- Initiierung eines **Forschungsverbundes Umweltpsychologie** unter Einbezug sozialwissenschaftlicher und klinischer Disziplinen.

In der Entwicklung der Gesundheitsförderung war Forschung mit ihren Konzepten, Fragestellungen und Theoriebildungen immer wieder ein wesentlicher Impulsgeber. Gerade auf der Ebene der Entwicklung der internationalen Leitkonzepte Nachhaltige Entwicklung und Gesundheitsförderung waren die wissenschaftliche Problemwahrnehmung, ihre öffentliche Resonanz und die Beraterrolle für Politikvorbereitung und -entwicklung von erheblicher Bedeutung. Trotzdem bestehen nach wie vor erhebliche Defizite bei der **Gesundheitsförderungsforschung.** Es mangelt noch an operationalisierbaren Konzepten, an übergreifenden Theorien, an empirisch gesichertem Wissen und an einer effektiven Vermittlung des vorhandenen Wissens in Praxis und Politik. Es können drei Themenschwerpunkte für Forschungsprogramme vorgeschlagen werden:

- **Gesundheitskonzepte in Bevölkerungsgruppen, Wissenschaft, Politik, Recht und Verwaltung** (Entstehung von Gesundheitskonzepten; Anschlussfähigkeit der Leitkonzepte und Konzeptkarrieren; ideelle, normative und pragmatische Konzeptgehalte; normative und empirische Aspekte der Operationalisierung)
- **Salutogenese-Forschung** (alltagsweltliche Gesundheitsbeeinträchtigungen; salutogene Ressourcen und Bewältigungsprozesse; salutogene Natur-, Technik- und Umweltgestaltung; salutogene und nachhaltigkeitsfördernde Lebensstile)
- **handlungsorientierte Analyse komplexer Programme** (Akteure; Instrumente und Steuerungsmechanismen; Strukturen für Gesundheitsförderung;

partizipative und diskursive Verfahren der Gestaltung von Lebens- und Umweltbedingungen)

## 1.4 Publikationen und Materialien

### *TAB-Veröffentlichungen und Materialien*

- TAB-Arbeitsbericht Nr. 47: TA-Projekt "Umwelt und Gesundheit" - Vorstudie (Autoren: R. Meyer, Ch. Katz, A. Meister, Ch. Revermann, A. Sauter), März 1997
- TAB-Arbeitsbericht Nr. 63: TA-Projekt "Umwelt und Gesundheit" - Endbericht (Autoren: R. Meyer, A. Sauter)

### *In Auftrag gegebene Gutachten - Vorstudie*

- Umwelt und Gesundheit: Risiken des täglichen Lebens aus toxikologischer Sicht (Vorschläge für Handlungsbedarf seitens der Politik) (Prof. Dr. H. Marquardt, Fraunhofer Arbeitsgruppe Toxikologie und Umweltmedizin [ATU], Hamburg)
- Kenntnisstand zum Thema Umwelt und Gesundheit unter besonderer Berücksichtigung epidemiologischer Aspekte (Prof. Dr. Dr. H.-E. Wichmann, Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit [GSF], Institut für Epidemiologie, Neuherberg)
- Umwelt und Gesundheit (Dr. G. Bort, Interdisziplinäre Gesellschaft für Umweltmedizin [IGUMED], Murg-Hänner)

### *In Auftrag gegebene Gutachten - Hauptstudie I*

- Gesellschaftliche Prozesse und Konflikte bei der Bewertung von gesundheitlichen Risiken durch Umweltbelastungen (Prof. Dr. K.-W. Brand, Münchener Projektgruppe für Sozialforschung e.V., München)
- Kontroversen zwischen präventiver Umweltmedizin, klinischer Umweltmedizin und klinischer Ökologie (Dr. D. Eis, Robert Koch-Institut [RKI], Berlin)
- Naturwissenschaftliche Bewertungskontroversen: Unsicherheiten, Konflikte und Hintergründe bei der (toxikologischen und epidemiologischen) Risikoabschätzung mehrerer Noxen (Dr. B. Grahl, Dr. E. Schmincke, Institut für integrierte Umweltforschung und Beratung, Heidekamp und Tübingen)

- Psychische Ursachen oder psychische Auswirkungen umweltbedingter Erkrankungen (Dr. R. Günther, Reutlingen)
- Soziale Ungleichheit und umweltbedingte Erkrankungen in Deutschland: Empirische Ergebnisse und Handlungsansätze (Dr. J. Heinrich, Dr. A. Mielck, Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit [GSF], Institut für Epidemiologie und Institut für Medizinische Informatik und Systemforschung, Gesellschaft für sozialmedizinische Forschung e.V., Neuherberg und Suhl)
- Potenziale, Ansatzpunkte, Schwächen und Stärken unkonventioneller medizinischer Richtungen (UMR) vs. 'konventionelle' Umweltmedizin - Die Eignung unterschiedlicher medizinischer (Krankheits-, Gesundheits-, Diagnose- und Therapie-) Konzepte zum Verständnis umweltbedingter Krankheiten (Prof. Dr. P.F. Matthiesen, Universität Witten/Herdecke)
- Umweltstandards, Grenzwerte und Handlungsansätze zum Umgang mit Bewertungskontroversen (Dr. A. Meister, Karlsruhe)
- Naturwissenschaftliche Bewertungskontroversen (Dr. A. Meister, Karlsruhe)
- Psychische Störungen und umweltbezogene Erkrankungen (Dr. S. Preuss, Psychologie für Gesundheit und Umweltschutz, Bremen)
- Unangemessene und berechtigte Umweltängste - Erkenntnisstände, Erklärungsansätze und Kontroversen (Prof. Dr. Dr. H.-E. Richter, Gießen)
- Präventionspolitische Bewertungskontroversen im Bereich "Umwelt und Gesundheit" (Prof. Dr. R. Rosenbrock, Prof. Dr. W. Maschewsky, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung [WZB] und Fachhochschule Hamburg, Berlin und Hamburg)

*In Auftrag gegebene Gutachten - Hauptstudie II*

- Umweltbezogene Gesundheitsberichterstattung - Verbesserung der Informationsgrundlagen im Bereich Umwelt und Gesundheit (Dr. R. Fehr, Universität Bielefeld, Fakultät für Gesundheitswissenschaften, Gruppe "Umwelt und Gesundheit", in Kooperation mit dem Landesinstitut für den Öffentlichen Gesundheitsdienst NRW [lögD], Bielefeld)
- Salutogenetische Perspektive und Gesundheitsförderung - Ansatzpunkte zur Stärkung gesundheitsförderlicher Lebensbedingungen (Prof. Dr. H. Legewie, Prof. Dr. R. Schäfer, Prof. Dr. A. Trojan, TU Berlin und Universität Hamburg, Berlin und Hamburg)

- Potenziale der Gesundheitsförderung in Deutschland - Operationalisierung des "Umweltwissens" für salutogenetische Konzepte im Bereich "Umwelt und Gesundheit" (S. Ulmer, KATALYSE e.V., Köln)

## **1.5 Projektbearbeiter**

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

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

## 2. Entwicklung und Folgen des Tourismus (Phase II)

### 2.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Für den Tourismus als globales Geschehen werfen die Strukturveränderungen im Zuge des Globalisierungsprozesses eine Vielzahl neuer Fragen auf. Dazu zählen das anwachsende **Volumen der Reisesströme**, der weltweite Kampf der Destinationen um **alte und neue Quellmärkte**, Die Gefahr von **Überkapazitäten** und **ruinösem Wettbewerb** sowie der Beitrag des Tourismus zur **globalen Umweltproblematik**.

Nicht nur bezüglich der ökologischen Dimension steht die **Rolle der Politik** und ihrer Beiträge zu einer nachhaltigen Tourismuspolitik auf dem Prüfstand. Auch andere Handlungsfelder wie die Verbesserung der Rahmenbedingungen und die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit des Tourismusstandortes Deutschland rücken verstärkt ins Blickfeld. Gesucht wird eine neue Balance zwischen den Chancen weiterer Liberalisierung und Deregulierung und den ökonomischen, sozialen und ökologischen Risiken des Tourismus.

Zentrale Thematik des auf eine Initiative des **Ausschusses für Fremdenverkehr und Tourismus** (mittlerweile: Ausschuss für Tourismus) zustande gekommenen TA-Projektes "Folgen des Tourismus" ist die Frage, ob und wie eine intelligente und kooperative Tourismus"innen"politik und eine neu zu definierende Tourismus"außen"politik auf die Phänomene einer weitreichenden Umbruchsituation reagieren können.

### 2.2 Stand der Arbeiten

Das Projekt wurde im **Oktober 1996** begonnen. Eine erste Phase des Projektes diente der Erarbeitung eines Sachstandberichtes sowie der Identifikation von Forschungslücken zu den zentralen Dimensionen des Tourismus. Neben einer Analyse des Reiseverhaltens der Deutschen wurden fünf Themenbereiche behandelt: Tourismus als Wirtschaftsfaktor, Umweltfolgen des Tourismus, Technik und Tourismus, Motive, Einstellungen und Werte, Tourismuspolitik. Der Abschlussbericht zu Phase I konzentrierte sich auf den Tourismus der Deutschen und den Tourismus in Deutschland. Der Bericht wurde im **Oktober 1997** vorgelegt (**TAB-Arbeitsbericht Nr. 52**).

In der zweiten Phase wurde der Tourismus im Kontext der Globalisierung betrachtet und der Tatsache der Einbettung des touristischen Geschehens in die weltweiten Wandlungsprozesse in Wirtschaft, Politik und Gesellschaft Rechnung getragen. Die Ursachen und Folgen der Globalisierung wurden in Beziehung zum Tourismus gesetzt werden, insofern sie sowohl bereits bestehende strukturelle Probleme des Tourismusstandortes Deutschland verstärken, andererseits aber auch Chancen und Potenziale eröffnen können. Der Bericht der Phase II wurde im **März 1999** vorgelegt (**TAB-Arbeitsbericht Nr. 59**).

## 2.3 Ergebnisse

### *Rahmenbedingungen und Trends des Tourismus*

Die dem Tourismus vorhergesagten Wachstumsraten und seine erwartete weitere Expansion sind abhängig von bestimmten Rahmenbedingungen und Entwicklungstrends. Der Bericht widmet sich deshalb einleitend **der Struktur und Entwicklung der Weltwirtschaft, dem demographischen wie dem soziostrukturellen Wandel, dem Wertewandel, den globalen Umweltproblemen** und den weltweit sich formierenden **Informationsgesellschaften**. Für eine realistische Einschätzung des zukünftigen Reiseverhaltens und der Angebotstruktur müssen diese den Tourismus beeinflussenden externen Variablen berücksichtigt werden.

### *Tourismus im Zeitalter der Globalisierung*

Globalisierungstendenzen in der Weltökonomie wirken sich auch im Tourismus aus. Anzeichen, die in diese Richtung deuten, finden sich sowohl auf der Seite der Nachfrage nach touristischen Dienstleistungen als auch auf der Angebotsseite. Neben Tendenzen zur weltweiten **Angleichung der Nachfrage** zeichnen sich auch solche der **Differenzierung** ab. Mit einer weltweiten Vereinheitlichung des Angebots ist nur im Niedrigpreissegment zu rechnen. Auch in Bezug auf den Tourismus aus und nach Deutschland lässt sich von Globalisierungstendenzen in der Nachfrage nur mit Vorsicht sprechen. Zwar weisen die Deutschen eine hohe Auslandsreiseintensität, zugleich aber eine geringe Fernreiseintensität auf.

## **Globalisierung im Tourismus**

### *Ökonomie*

- horizontale und vertikale Integrationsstrategien von Tourismusunternehmen
- Auslandsinvestitionen in Hotels und Touristenattraktionen ("Globale Tourismusmärkte")
- Global Players und strategische Allianzen (Airlines, Hotel, Reiseveranstalter usw.)
- globales touristisches Management
- weltweite Konkurrenz der Reisegebiete

### *Technologie*

- globale Reservierungssysteme, elektronische Marktplätze
- standardisierte Technologien bei Transportsystemen

### *Kultur*

- Der "Welt-Tourist": Angleichung des Reiseverhaltens
- Entstehung eines globalen "Reise-Village"

### *Ökologie*

- Tourismus als "globales Umweltproblemsyndrom", Rückwirkungen des Klimawandels auf Zielgebiete

### *Politik*

- wachsende Bedeutung internationaler Tourismusorganisationen
- Notwendigkeit einer weltweiten Koordination und Regulierung des Reiseverkehrs
- Nachhaltiger Tourismus als Leitbild

Auf der Angebotsseite lassen sich deutlichere Anzeichen für Globalisierungstendenzen und -prozesse feststellen. Alle Stufen der touristischen Wertschöpfungskette (Reisemittler, Veranstalter, Transport- und Gastgewerbe) unterliegen **zunehmendem Konkurrenzdruck**. Größenwachstum, Konzentrationstendenzen, Nischenstrategien und Allianzen sind durchgängige Symptome. Sie fallen in den einzelnen Sektoren allerdings unterschiedlich aus.

#### *Informations- und Kommunikationstechnologien in der Tourismuswirtschaft*

Unabdingbare Voraussetzung und zentrales Element eines globalen Tourismus ist eine weltweite informationstechnische Infrastruktur.

Die vermehrte Nutzung neuer IuK-Systeme tangiert alle Stufen der touristischen Wertschöpfungskette, verändert Marktanteile, Arbeitsplätze und Arbeitsbedingungen und beeinflusst die Wettbewerbsfähigkeit der Akteure und Destinationen. IuK-Technologien schaffen veränderte Kommunikations- und Kooperationsformen zwischen den touristischen Anbietern und den Kunden und schwächen die Bedeutung klassischer Distributionskanäle. Der vermehrte Einsatz von IuK-Technologien führt aber auch zu einem **verschärften globalen Wettbewerb** im Tourismus, zur **Einsparung von Arbeitskräften** und zu **Verdrängungseffekten und Verteilungskämpfen** auf dem Markt.

#### *Politik*

Das System Tourismus repräsentiert bereits heute ein fortgeschrittenes Modell der Beziehung zwischen Wirtschaft und kooperativem Staat und weist weit entwickelte Strukturen einer **Leitökonomie der Moderne** auf.

Eine Analyse der Akteure auf der Ebene der internationalen Tourismuspolitik zeigt eine erstaunliche Vielfalt staatlicher und zwischenstaatlicher Organisationen einerseits und Vertretern gesellschaftlicher Gruppen wie Verbände und Nicht-Regierungsorganisationen andererseits. Zentrale Ziele in der internationalen Tourismuspolitik wie z.B. adäquate Rahmenbedingungen, Wettbewerbsvielfalt, Nachhaltigkeit oder Arbeitsplätze werden in Kooperation mit der öffentlichen Hand und Gesellschaft verfolgt. Tourismuspolitik stellt sich insofern als **Verbundpolitik** dar.

Eine Analyse der Konzepte und Strategien zeigt insbesondere auf internationaler Ebene die große Aufgeschlossenheit der Akteure gegenüber dem Leitbild eines nachhaltigen Tourismus. Bemerkenswert sind auch die zahlreichen Versuche, das Spannungsverhältnis zwischen Ökologie und Ökonomie durch



**integrierte Ansätze und Programme** zu mindern. Allerdings bleibt unübersehbar, dass zwischen Privatwirtschaft und öffentlichen Akteuren wie auch Nicht-Regierungsorganisationen unterschiedliche Vorstellungen hinsichtlich der Ziele und Wege einer nachhaltigen Tourismuspolitik bestehen.

Auf **europäischer Ebene** ist es bislang nicht gelungen, die Potenziale einer kohärenten EU-Tourismuspolitik auszuschöpfen und gleichzeitig das Subsidiaritätsprinzip konstruktiv zu gestalten. Es fehlt eine gemeinsam getragene politische Zielsetzung und ein übergeordnetes Leitbild einer europäischen nachhaltigen Tourismuspolitik. Im Blick auf die Herausforderungen eines nachhaltigen und wirtschaftlich tragfähigen Tourismus ist die Situation unbefriedigend.

Eine Analyse der **bundesdeutschen Akteure in der Politik** zeigt, dass zum einen Strukturen und Kapazitäten zur aktiven Gestaltung einer internationalen Tourismuspolitik verbessert werden müssen. Zum anderen müssten die bislang auf verschiedenen Ebenen existierenden Vorstellungen gesammelt und zu einem geschlossenen Konzept zusammengefasst werden. Die **Wirtschaft** hat sich bislang erst in Ansätzen auf die Ebene internationaler Tourismuspolitik begeben.

Themen und Optionen für eine **nachhaltige deutsche Tourismusaußenpolitik** ergeben sich insgesamt aus den Herausforderungen des globalisierten Tourismus und einer Verpflichtung staatlicher Politik auf das Prinzip einer nachhaltigen Entwicklung. Sie könnte anknüpfen an die bereits entwickelten Ansätze und Aktivitäten internationaler zwischenstaatlicher und gesellschaftlicher Akteure.

#### **Optionen einer nachhaltigen Tourismusaußenpolitik**

- Umsetzung der Agenda 21 im Tourismussektor durch Leitlinien und Selbstverpflichtungen
- ethische und soziokulturelle Dimensionen der Nachhaltigkeit
- internationale Abkommen
- Umweltmanagementsysteme und Ökolabel
- Arbeitsplätze
- Luftverkehr
- Umweltmanagement in Zentren des Massentourismus
- Best-practice-Beispiele (innovative und nachhaltige Regionalkonzepte)
- Gestaltung offener Tourismuskonzepte (GATS)
- Integration des Tourismus in den Prozess der Agenda 2000 und der Osterweiterung der EU

## Fazit

Die von vielen erwartete goldene Zukunft des Tourismus ist eher offen. Die mit seiner weiteren Entwicklung verbundenen Chancen und Potenziale einerseits und die Risiken für Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt andererseits liegen dicht beisammen. Weil aber der Tourismus wie nur wenige Wirtschaftssektoren zwingend auf eine intakte Umwelt und ein nachhaltiges Wachstum angewiesen ist, besteht hier noch am ehesten die **Chance**, Mittel und Wege zu finden, **Wirtschaft und Umwelt im Zeitalter der Globalisierung in Einklang zu bringen**.

## 2.4 Parlamentarische Behandlung

Nach der Drucklegung des ersten TAB-Berichtes als Bundestags-Drucksache (13/9446) im Dezember 1997 wurden Bericht und Projektergebnisse ausführlich im Plenum und nach Überweisung in mehreren Ausschüssen des Deutschen Bundestages behandelt. Die Beratung wurde im Juli 1998 mit Beschlussempfehlung und Bericht des Ausschusses für Tourismus zunächst abgeschlossen. In der 14. Legislaturperiode wurde der Bericht neu an die Ausschüsse überwiesen.

Nach Veröffentlichung des zweiten TAB-Berichtes als Bundestags-Drucksache (14/1100) am 21.05.1999 wurde auch dieser nach einer ausführlichen Debatte im Plenum an die Ausschüsse zur Beratung überwiesen. Der federführende Ausschuss für Tourismus plant eine abschließende Befassung im Laufe des Jahres 2000.

## 2.5 Publikationen und Materialien

### *TAB-Veröffentlichungen und Materialien*

- TAB-Arbeitsbericht Nr. 52: TA-Projekt "Entwicklung und Folgen des Tourismus" - Bericht zum Abschluss der Phase I (Autoren: Th. Petermann unter Mitarbeit von Ch. Hutter und Ch. Wennrich), Oktober 1997
- TAB-Arbeitsbericht Nr. 59: TA-Projekt "Entwicklung und Folgen des Tourismus" - Bericht zum Abschluss der Phase II (Autoren: Th. Petermann, Ch. Wennrich), März 1999

*In Auftrag gegebene Gutachten (Phase II)*

- Tourismus und Globalisierung (Deutsches Wirtschaftswissenschaftliches Institut für Fremdenverkehr e.V. an der Universität München, DWIF, München)
- Neue Informations- und Kommunikationstechnologien und ihre Relevanz für die Innovationsfähigkeit der deutschen Tourismusbranche (Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung, IZT, Berlin)
- Innovative Technologien für den Tourismus (Wissenschaftliches Institut für Kommunikationsdienste GmbH, WIK, Bad Honnef)
- Nachhaltige Tourismuspolitik im Zeitalter der Globalisierung (Ecologic GmbH, Gesellschaft für Internationale und Europäische Umweltforschung, Berlin)

## 2.6 Projektbearbeiter/in

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

## 3. Neue Materialien zur Energieeinsparung und zur Energieumwandlung

### 3.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Auf Anregung des **Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit** sollten Stand, Aussichten, Chancen und Risiken der Entwicklung und des Einsatzes neuer Materialien für die Energieeinsparung und -umwandlung untersucht werden. Als Schwerpunkt wurden Materialien für Solarzellen, supraleitende Materialien und Hochtemperaturwerkstoffe für Gasturbinen gewählt. Da die verfügbaren bzw. zu entwickelnden Fertigungstechniken für die Realisierung von anwendungsreifen Lösungen von erheblicher, manchmal sogar entscheidender Bedeutung sind, wurde die Betrachtung nicht auf die einzusetzenden Materialien beschränkt.

## 3.2 Stand der Arbeiten

Die Vorstudie zu diesem Projekt ist abgeschlossen. Der Bericht wurde im Juli 1999 vorgelegt. In Ergänzung dazu wurde ein umfangreicher Materialienband erarbeitet, in dem naturwissenschaftlich-technisch Zusammenhänge bei den einzelnen Materialgruppen vertieft dargestellt und einzelne Materialien und Anwendungen detaillierter untersucht wurden.

## 3.3 Ergebnisse

Die Entwicklung, Herstellung und Verarbeitung von neuen Werkstoffen/Materialien für innovative Anwendungen hat herausragende Bedeutung für viele Technologiefelder und Wirtschaftsbranchen. Neue Werkstoffe bilden die Grundlage für Weiterentwicklungen in praktisch allen wichtigen Technologiebereichen. Die künftige **wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit des Standortes Deutschland** steht in engem Zusammenhang mit Innovationen im Werkstoffbereich. Zudem hat die Entwicklung neuer Werkstoffe und der zugehörigen Produktions- und Verarbeitungstechniken auch erhebliche **ökologische Auswirkungen** (Schadstoffminderung, Ressourcenschonung, etc.).

Der heutige Kenntnisstand der Werkstoffentwicklung erlaubt zunehmend eine **maßgeschneiderte Herstellung oder Verbesserung von Werkstoffen**. Hierbei bestimmen nicht länger die Eigenschaften des Werkstoffes seine Nutzung, vielmehr werden aus den gewünschten Funktionen von Systemen oder Produkten Zielvorgaben für den Entwicklungsprozess abgeleitet. Auf der Basis der Definition einer angestrebten technologischen Dienstleistung wird ein **Nutzungsprofil** entworfen, das die Anforderungen an die eingesetzten Werkstoffe beschreibt und das **Entwicklungsziel** definiert. Maßgeschneiderte Werkstoffe reflektieren damit einen **wesentlichen qualitativen Fortschritt im Werkstoffbereich**.

Neue Entwicklungen im Werkstoffbereich zeigen nicht nur Auswirkungen in den direkt werkstoffbasierten Technologiefeldern. Auch Fortschritte bei Technologien, die nicht auf den ersten Blick mit neuen Werkstoffen in Verbindung gebracht werden, beruhen in erheblichem Maße auf neuen Werkstoffentwicklungen. Die Bedeutung neuer Materialien für Anwendungen in klassischen Technologiefeldern kann anhand ihrer **Anwendung im Energiesektor** verdeutlicht werden. Besonders anschaulich kann ihr Querschnittscharakter an der gebräuchlichen Zuordnung zu Funktions- und Strukturwerkstoffen dargestellt werden. Neue thermisch und chemisch höher belastbare Strukturmaterialien

(v.a. Strukturkeramiken und Strukturmetalle) sollen Wirkungsgrade und Wirtschaftlichkeit konventioneller Energietechniken, vor allem bei der Umwandlung fossiler Energieträger in elektrische Energie, verbessern. Besondere physikalische Eigenschaften von Funktionsmaterialien macht man sich für neue Umwandlungstechniken (etwa die Umwandlung von Sonnenlicht in elektrische Energie, die Photovoltaik) oder für eine Reduktion von Verlusten bei der Energieübertragung und -anwendung (beispielsweise durch die technische Anwendung der nahezu verlustfreien Stromleitung, der sogenannten Supraleitung) und damit für die Einsparung elektrischer Energie zunutze.

Das Thema "Neue Materialien für die Energieeinsparung und Energieumwandlung" verknüpft verschiedene Themen- und Technologiebereiche sowie Materialgruppen. Die vorliegende Studie vertieft hierzu **drei ausgewählte Anwendungsbereiche** neuer Materialien, in denen bereits vereinzelt Anwendungen stattfinden und z.T. sich noch im Stadium der Forschung befinden, mit dem Ziel, den aktuellen Entwicklungsstand sowie Besonderheiten der Herstellung/Fertigung hierfür ausgewählter Materialien zu analysieren:

- Hochtemperatur-Werkstoffe für Gasturbinen,
- Materialien für die Photovoltaik,
- supraleitende Materialien für energietechnische Anwendungen.

Das verbindende Element besteht im angestrebten Ziel, (elektrische) Energie effizient, kostengünstig sowie umwelt- und ressourcenschonend zu erzeugen, zu transportieren, zu speichern oder anzuwenden. Hierzu werden zahlreiche Ansätze verfolgt.

Stationär betriebene **Gasturbinen** haben in den letzten Jahren erheblich an Bedeutung in der weltweiten Stromerzeugung gewonnen. Sie sind heute eine Standardtechnik in der Erzeugung elektrischer Energie. Gasturbinen sind im Sinne einer preiswerten, brennstoffvariablen und schnell verfügbaren Energieversorgung vielseitig einsetzbar und in einer dynamischen Entwicklung begriffen. Auch wenn ihr Wirkungsgrad nicht beliebig steigerungsfähig ist, so ist doch ein weiteres "Heranrücken" an die thermodynamisch definierte Grenze - und damit eine effizientere Brennstoffausnutzung und eine Emissionsreduktion - möglich.

Bei der Umsetzung einer Wirkungsgradsteigerung spielen neu- und weiterentwickelte Materialien eine wesentliche Rolle. Der Schwerpunkt liegt auf vier Werkstoffklassen: Metallische Werkstoffe (Superlegierungen und intermetallische Phasen), keramische Werkstoffe (Strukturkeramiken), Verbundwerkstoffe mit keramischer Matrix (kohlenstoff-faserverstärkte Kohlenstoffe) sowie Ober-

flächenbeschichtungen (Wärmeschutzschichten). Dabei wird von neuen Hochtemperaturwerkstoffen mindestens ein gleichwertiges, eher ein gegenüber konventionellen Werkstoffen deutlich verbessertes Eigenschaftsprofil erwartet, das möglichst kostengünstig erreichbar sein soll. Auffallend ist, dass bei neuen Hochtemperaturwerkstoffen derzeit an vielen Einzelfragen geforscht wird. Wesentliche Verbesserungen wurden bei einzelnen Gebrauchs- und Fertigungseigenschaften erreicht (wobei Materialentwicklungen im Gasturbinen-Bau bisher wesentlich von Entwicklungen im Flugturbinenbau profitiert haben), eine Überlegenheit im gesamten Eigenschaftsprofil konnte jedoch noch nicht nachgewiesen werden.

Mit gerichtet bzw. einkristallin erstarrten **Superlegierungen** lassen sich bereits auf der Materialoberfläche Temperaturen von ca. 1.000°C realisieren. Eine Steigerung der Oberflächentemperatur auf ca. 1.100°C wird noch mit metallischen Komponenten, wie weiterentwickelten bzw. oxid-dispersionsverstärkten (ODS-)Superlegierungen, realisierbar sein. Für eine signifikante Steigerung der Temperaturen auf der Materialoberfläche auf ca. 1.400°C ist bereits die Entwicklung **keramischer Strukturwerkstoffe** erforderlich. Eine weitere Temperatursteigerung bedeutet in der Materialauswahl ein Wechsel in Richtung **Verbundwerkstoffe** (z.B. kohlenstofffaserverstärkte Kohlenstoffe). Unter Berücksichtigung einer zeitlichen Entwicklungskomponente bedeutet dies:

- **Relativ kurzfristig** und mit hoher Erfolgswahrscheinlichkeit ist eine Weiterentwicklung eingesetzter Superlegierungen auf Nickelbasis zu erwarten. Verfahren zur gerichteten bzw. einkristallinen Erstarrung verleihen Bauteilen in ihrer Hauptbeanspruchungsrichtung günstige Eigenschaften. Stabilisierende Zusätze, z.B. von Oxiden, verbessern deren Hochtemperaturtauglichkeit weiter. Bei oxid-dispersionsverstärkten Superlegierungen ist die Fertigung deutlich aufwendiger, da diese z.B. nicht für kostengünstige Gießverfahren geeignet sind. Einsatzgrenzen von Superlegierungen sind durch deren Schmelzpunkte sowie durch spezifische Schadensszenarien, wie die Rissbildung entlang der Korngrenzen bei einkristalliner Erstarrung, gegeben.
- **Eher mittelfristig** ist mit einem Einsatz vollkeramischer Turbinenschaufeln zu rechnen. Bei keramischen Materialien kann weitestgehend auf Kühlung und das Aufbringen von Wärmedämmschichten verzichtet werden. Ein mittelfristiges Einsatzpotenzial unter industriellen Gesichtspunkten ergibt sich auch für die zwischen metallischen und keramischen Werkstoffen einzuordnenden intermetallischen Phasen, welche sich durch Temperatur-

beständigkeit und geringes spezifisches Gewicht auszeichnen. Bei beiden Materialklassen wirkt sich ihre Sprödigkeit negativ auf Einsatz und Herstellung aus. Die Neigung keramischer Materialien zum Sprödbruch kann zwar vermindert, jedoch nicht grundsätzlich beseitigt werden. Daher ist eher davon auszugehen, dass deren Vorteile erst in keramik-spezifisch konstruierten Bauteilen voll zur Geltung kommen.

- **Eher längerfristig** ist das Einsatzpotenzial von Turbinenbauteilen aus Verbundwerkstoffen, wie kohlenstofffaserverstärkten Kohlenstoffen, einzuordnen. Der Charme dieser Werkstoffklasse liegt darin, "maßgeschneiderte Materialien" herstellen zu können. Einsatzbegrenzend wirken sich Sprödigkeit und Oxidationsempfindlichkeit der Fasern aus. Hoffnungen werden daher in die Entwicklung neuer Oberflächenschutzsysteme gesetzt.

**Oberflächenbeschichtungen** als Wärmeschutzschichten aufgebracht spielen bei fast jedem Hochtemperaturwerkstoff eine ergänzende, zumeist korrosive Bedingungen ausgleichende und damit stabilisierende Rolle. Dadurch wird eine Steigerung der Einsatztemperaturen einzelner Bauteile um bis zu 100°C möglich. Praxisrelevante Probleme, wie Stabilität und Haftung der Beschichtungen etwa bei Mehrschichtsystemen, erscheinen mittelfristig lösbar.

Den relativ hohen Erwartungen an neue Materialien steht bei den betrachteten Hochtemperaturwerkstoffen für Gasturbinen noch ein umfangreicher **FuE-Bedarf**, beispielsweise bei der Verbesserung des theoretischen Verständnisses des Materialaufbaus und Materialverhaltens, bei der Optimierung der Materialgefüge, der Weiterentwicklung von gängigen Herstellungsverfahren und der Entwicklung von neuen, kostengünstigen Fertigungsverfahren sowie der Entwicklung geeigneter Prüfverfahren zur Qualitätssicherung im Fertigungsprozess insbesondere im Hochtemperaturbereich gegenüber.

Die Nutzung der Solarenergie durch **Photovoltaik** oder Solarthermie zählt mittlerweile zum Stand der Technik. Der energiewirtschaftliche Durchbruch, insbesondere der Photovoltaik, wird bislang u.a. durch die verhältnismäßig hohen Herstellungskosten der photovoltaischen Solarzellen und deren geringen Wirkungsgrad sowie die aufwendigen Maßnahmen zur Systemeinbindung gehemmt. Lediglich der PV-Einsatz bei Insellösungen hat sich als schon heute wirtschaftlich erwiesen. Neben Arbeiten zur Verbesserung von Solarzellen-Konzepten auf Basis des "klassischen" Zellenmaterials Silizium wird deshalb weltweit nach neuen Materialien für photovoltaische Zellen gesucht. Diese Materialien sollen einen hohen Wirkungsgrad der Solarzellen ermöglichen,

kostengünstig herstellbar und langlebig sein und zu geringen Umweltbelastungen bei Herstellung, Nutzung und Entsorgung/Rezyklierung führen.

Die Schlussfolgerungen der Analyse können wie folgt zusammengefasst werden:

- In der Kostenbilanz von Photovoltaik-Anlagen ist die Solarzelle nur eine Komponente. Weitere Reduktionspotenziale, die bislang nicht ausgeschöpft sind, liegen in der Modulfertigung, in der Systemtechnik sowie in der Integration. Es ist aus heutiger Sicht nicht zu erwarten, dass allein zur Senkung der spezifischen Kosten der Zellen führende Innovationen den Kostennachteil der Photovoltaik in absehbarer Zeit wettmachen werden. Vielmehr sind auch Verbesserungen in den anderen Bereichen notwendig und ggf. sogar mit weniger Aufwand zu erreichen.
- Für die eigentliche Solarzelle sind neben dem PV-Material auch das Zell-Design, die eingesetzten Fertigungstechniken und ggf. das Substrat- bzw. Superstrat-Material von Bedeutung. Innovationen bei den Solarzellen sind also nicht nur durch die Einführung neuer bzw. Modifikation bekannter Materialsysteme zu erreichen. Auch durch neue Zellkonzepte, neue bzw. modifizierte Fertigungsverfahren oder durch Verwendung neuer "Hilfsmaterialien" lassen sich Wirkungsgradverbesserungen und/oder Kostenreduktionen erreichen.
- Derzeit und wohl auch für die nächsten 10 Jahre bleibt kristallines Silizium das wichtigste Material für die Solarzellenherstellung, da es viele Vorteile aufweist und von dem hohen Technologiestand der Mikroelektronik profitiert. Daneben sind Dünnschicht-Technologien mit amorphem Si bereits auf dem Markt, ausgewählte neue CdTe-, CIS- und Si-basierte Dünnschicht-Techniken stehen kurz vor ihrer Einführung.
- Die kristalline Si-Solarzelle birgt noch erhebliche Verbesserungspotenziale sowohl im Hinblick auf die Effizienz als auch auf die Fertigungskosten. Durch neue Fertigungstechniken bei der Waferherstellung sollen die Materialverluste und die Fertigungszeiten reduziert werden, zudem sind auch in der Weiterverarbeitung zu Solarmodulen noch erhebliche Rationalisierungspotenziale nachgewiesen worden. Neue Zell-Designs, sogenannte High-Efficiency-Zellen, versprechen Steigerungen bei den Wirkungsgraden. Inwieweit diese Zellen allerdings für die Serienproduktion geeignet sind und bei welchem Wirkungsgrad der Mehraufwand in der Fertigung in einer sinnvollen Relation zur höheren Energieausbeute steht, wird derzeit untersucht.



- Längerfristig könnten - wegen des großen Materialverbrauchs von kristallinem Silizium und wegen der aufwendigen Si-Wafertechnologie - Dünnschichttechnologien mit großflächiger Abscheidung die Solarzellentechnologien der Zukunft werden. Bis diese Dünnschichtzellen die c-Siliziumzellen in bezug auf Wirtschaftlichkeit übertreffen werden, ist aber noch ein erheblicher Entwicklungsaufwand notwendig.
- Die verschiedenen konkurrierenden Dünnschichtzellenkonzepte befinden sich in einem sehr unterschiedlichen Entwicklungsstadium. Derzeit ist es nicht möglich, einer Technologie für die Zukunft einen eindeutigen technisch-ökonomischen Vorteil gegenüber den anderen zuzusprechen. Neben technischen und ökonomischen Fragestellungen spielen zudem die Verfügbarkeit der Ressourcen sowie die Toxizität der eingesetzten Materialien - und damit deren Akzeptanz - in einem gegenwärtig eher "grünen" Markt eine wichtige Rolle bei Produktions- wie bei Kaufentscheidungen.
- Auf absehbare Zeit sollten Forschung und Entwicklung weiter "breitbandig" durchgeführt werden, um nicht eine wichtige Option zu verlieren. Es besteht noch auf zahlreichen Gebieten ein erheblicher FuE-Bedarf:
  - Die "etablierten" Technologien der kristallinen Silizium-Solarzellen müssen so weiterentwickelt werden, dass die Solarzellen (i) einen höheren Wirkungsgrad aufweisen, (ii) weniger Material benötigen und (iii) kostengünstiger gefertigt werden können.
  - Die innovativen Dünnschichtzelltechnologien müssen diese drei Anforderungen natürlich auch erfüllen. Zunächst aber muss für alle (bis auf das amorphe Silizium) der Nachweis erbracht werden, dass sie großflächig und homogen hergestellt werden können.

Prinzipiell neue Solarzellenkonzepte und -materialien können zwar generell für die Zukunft nicht ausgeschlossen werden, sind aber gegenwärtig nicht in Sicht. Viele spektakulär angekündigte Neuerungen der letzten Jahre sind aufgegeben worden, noch ehe sie das Laborstadium verlassen haben.

Während Photovoltaik systematisch im Bereich der Energieumwandlung angesiedelt werden könnte, ist die Anwendung von **Supraleitern** in der Energiewirtschaft anders einzuordnen. Supraleiter können - theoretisch - im Rahmen der Elektrizitätswirtschaft auf allen Produktionsstufen (Umwandlung, Transport und Verteilung) eingesetzt werden. Die Energietechnik wird seit geraumer Zeit als ein wesentliches Anwendungsgebiet für supraleitende Materialien angesehen. Neben Verbesserungen bei bekannten technischen Systemen (supraleitende Generatoren, Transformatoren, Kabel), wo sich aufgrund der

geringen elektrischen Verluste der Supraleiter höhere Wirkungsgrade erzielen lassen und die hohe Leistungsdichte reduzierte Volumina und Gewichte ermöglicht, werden auch neue Konzepte (bspw. Fehlerstrombegrenzer auf der Basis supraleitender Materialien und der Einsatz supraleitender magnetischer Energiespeicher) diskutiert. Allerdings sind insbesondere für die Kühlung der Supraleiter aufwendige Techniken notwendig, die durch ihren Eigenverbrauch die energetischen Vorteile der verlustarmen Leitung reduzieren oder überkompensieren. Zudem ist die Fertigung der Leiter verglichen mit konventionellen Kupferleitern erheblich schwieriger und aufwendiger, die Systeme selbst sind häufig komplizierter, so dass erhebliche Anstrengungen unternommen werden müssen, um die gleiche Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit wie bei den heute verfügbaren konventionellen Alternativen zu erzielen, was wiederum zu höheren Anlagenkosten führt.

Bereits mit den klassischen Supraleitern wurden seit den sechziger Jahren zahlreiche energietechnische Anwendungen im Labor realisiert, sie gelangten jedoch nie zur Markteinführung. Die Entdeckung von Hochtemperatursupraleitenden Materialien Mitte der achtziger Jahre ließ alte Erwartungen bezüglich des baldigen Einsatzes supraleitender Techniken in der Elektrizitätswirtschaft wiederauferstehen.

Es wurden in den letzten Jahren zahlreiche Verfahren zur Fertigung von Leitern auf der Basis von HTS-Materialien entwickelt. Jedes davon weist spezifische Stärken und Schwächen auf. Auch ist das Verständnis der wichtigsten Materialien inzwischen ausreichend. Eine akzeptierte physikalische Theorie der Hochtemperatur-Supraleitung ist jedoch - trotz verbreiteter Anstrengungen und zahlreicher origineller und stimulierender Ideen - bislang nicht in Sicht. Weitere Grundlagenforschung erscheint hier notwendig.

Der entscheidende Durchbruch für energietechnische HTS-Anwendungen bei 77 K wird erst dann eintreten können, wenn sich diese in geeigneten technischen Konfigurationen fertigen lassen. Unklar ist, mit welchen elektrischen Parametern und zu welchen Kosten geeignete technische Supraleiter auf HTS-Basis tatsächlich in industriellem Maßstab gefertigt werden können. Festzuhalten ist, dass es den "Allzweck"-Supraleiter für energietechnische Anwendungen nicht geben wird. Vielmehr werden technisch-ökonomische Optimierungen bei der Wahl des supraleitenden Materials wie auch der Leiterkonfiguration zu vielfältigen Konzepten führen.

Obwohl heute bereits mehr als 100 Verbindungen bekannt sind, die als Hochtemperatur-Supraleiter bezeichnet werden können, sollte die Suche nach weiteren Materialien fortgesetzt werden. Dabei sollte das Hauptaugenmerk

weniger auf Materialien mit höheren kritischen Temperaturen gelegt werden. Für die meisten energietechnischen Anwendungen wird es vielmehr darauf ankommen, Supraleiter zu finden, die

- sich fertigungstechnisch vergleichsweise einfach in die für die Anwendung notwendige Form (vor allem lange Drähte) bringen lassen,
- in der Lage sind, auch bei starken Magnetfeldern, bei höheren Temperaturen (mindestens des flüssigen Stickstoffs) sowie ggf. bei moderaten mechanischen Beanspruchungen die Supraleitung aufrechtzuerhalten,
- geringe Probleme im Hinblick auf Ressourcenverfügbarkeit, Toxizität und Entsorgbarkeit aufweisen.

Dabei wird die **empirische** Suche nach neuen Materialien - auch wenn in Zukunft eine geeignete theoretische Erklärung des Mechanismus der Hochtemperatur-Supraleitung gefunden werden sollte - weiter die zentrale Rolle einnehmen.

Für die Einsatzmöglichkeiten der einzelnen Anwendungen lässt sich - die Verfügbarkeit geeigneter und "bezahlbarer" Leiter vorausgesetzt - aus heutiger Sicht zusammenfassend feststellen:

- **Rotierende Maschinen (große Motoren und Generatoren)** erreichen heute Wirkungsgrade um 98 %, der Einsatz supraleitender Materialien lässt Steigerungen von 1-1,5 %-Punkten erwarten. Dies kann - vor allem bei den großen Motoren, von denen größere Stückzahlen in Deutschland betrieben werden - gesamtwirtschaftlich durchaus relevant sein. Allerdings liegen wesentlich höhere Effizienzpotenziale bei den mit den elektrischen Maschinen verbundenen Systemen, etwa den Dampfturbinen bei den Generatoren bzw. Pumpen oder Lüftern bei den Motoren. Supraleitende Generatoren sind erst bei Baugrößen von mehreren hundert MVA wirtschaftlicher als konventionelle Systeme, die Nachfrage nach Generatoren dieser Größenordnung ist angesichts der momentanen Entwicklung im Kraftwerksbereich eher klein. Inwieweit weitere Eigenschaften wie geringere Baugröße, reduziertes Gewicht und verbesserte betriebliche Eigenschaften tatsächlich vom Markt honoriert werden, ist offen.
- Die nahezu widerstandsfreie Stromleitung in **supraleitenden Kabeln** gilt in der Öffentlichkeit als die attraktivste Anwendung der Supraleitung. Zahlreiche Projekte auf der Basis von HTS-Materialien werden gegenwärtig durchgeführt. Dabei liegt die kurzfristige Perspektive der meisten Arbeiten beim Einsatz solcher Kabel für den Stromtransport in Ballungsgebieten (vor allem bei der Leistungserhöhung ("Retrofit") bestehender Systeme). Längerfristig wird ihr Einsatz in einem - noch zu konzipierenden und vor

allem auf seine über die reine Funktionalität hinausgehenden Aspekte zu diskutierenden - weltumspannenden Elektrizitätsnetz gesehen, wobei hier Hochspannungsgleichstromübertragung in beträchtlichem Umfang Anwendung finden dürfte.

- Auch bei **supraleitenden Transformatoren** spielen Effizienzverbesserungen - auch wenn sie durchaus nicht vernachlässigbar sind - aus Anwendersicht eine geringere Rolle als ihre verbesserten betrieblichen Eigenschaften, die Vorteile durch den Wegfall des Isolierstoffes Öl sowie die spezifische Gewichts- und Volumenreduktion, die Märkte vor allem im Retrofitting-Bereich in dicht besiedelten Räumen eröffnen könnte. Gegenwärtig befinden sich mehrere Prototypen in der Felderprobung.
- Die **Energiespeicherung in supraleitenden Spulen (SMES)** ist mit kleinen Anlagen für Zwecke der Sicherung der Qualität der Stromversorgung bereits kommerziell verfügbar. Mehrere LTS-Anlagen befinden sich im Regelbetrieb, mehrere Unternehmen arbeiten an LTS- oder HTS-basierten Systemen. Solche Systeme können in Zukunft wachsende Bedeutung erlangen.
- Größere SMES-Anlagen zum Zwecke des Tageslastausgleichs sind aus heutiger Sicht nicht wirtschaftlich. Abhängig von der Elektrizitätswirtschaftlichen Struktur, in die die Speichertechnik eingebunden wird, könnten sie zudem ökologische Nachteile bringen. Langfristig könnte - unter der Voraussetzung starker Veränderungen in den Organisationsstrukturen der Elektrizitätswirtschaft und in der Zusammensetzung des Kraftwerksparks - verstärkter Bedarf an Speichertechnologien entstehen. Der gegenwärtige Stand der Technik zeigt allerdings für den Tagesspeichereinsatz keine eindeutige technische oder wirtschaftliche Überlegenheit von SMES gegenüber anderen konventionellen Speichertechniken. Es sind keine Pläne für die Entwicklung großer SMES bekannt.
- Eine denkbare Alternative zu den kleinen SMES sind **Schwungmassenspeicher (Schwungräder) mit supraleitenden Lagern**. Grundsätzlich für die gleichen Anwendungen wie kleine SMES einsetzbar, wird die weitere Entwicklung entscheiden müssen, welche Technik aus wirtschaftlicher und betrieblicher Sicht attraktiver ist.
- Unter den supraleitenden Techniken stoßen derzeit allein die **supraleitenden Strombegrenzer** auf größeres Interesse. Man verspricht sich von ihnen vor allem eine Verbesserung der Spannungsqualität und geringere Netzzrückwirkungen. Unklar ist bislang jedoch noch, welches Funktionsprinzip die

günstigen Realisierungschancen hat und in welchem Konzept es tatsächlich umgesetzt wird. Hier sind noch weitere Entwicklungsarbeiten vonnöten.

Bei den komplexen energietechnischen Systemen und deren langen Entwicklungs- und Erprobungszeiten sowie den derzeit ungewissen Aussichten auf einen kommerziellen Erfolg von supraleitenden Systemen erscheint es unwahrscheinlich, dass eine rein industrielle Forschung und Entwicklung in diesem Bereich in größerem Umfang realisiert wird. Im Wettbewerb mit den über lange Zeit erprobten und weiterentwickelten konventionellen Betriebsmitteln in der elektrischen Energietechnik sind neue Techniken beim Nachweis der Funktionalität, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit immer im Nachteil. Staatliche Unterstützung wäre - neben der Grundlagenforschung - vor allem bei Pilotprojekten und Demonstrationsanlagen unumgänglich, sollen diese Techniken weiterentwickelt und erprobt werden.

Eine **ökologische Bewertung** des Einsatzes neuer Werkstoffe in der Energietechnik ist gegenwärtig nur in Ansätzen möglich. Einerseits lassen beispielsweise hochtemperaturfeste Werkstoffe für den Einsatz in Gasturbinen eine Steigerung des Wirkungsgrades und damit reduzierte Energieverbräuche und Emissionen erwarten. Die gewünschte - und erzeugte - hohe Widerstandsfähigkeit dieser Materialien gegenüber thermischen und chemischen Einflüssen könnte jedoch deren Recycling-Fähigkeit reduzieren. Materialien für Solarzellen leisten einen Beitrag zur im Betrieb emissionsfreien Stromerzeugung, jedoch sind für ihre Herstellung erhebliche Energieeinsätze aufzuwenden. Generell kann festgehalten werden, dass - bis auf Ausnahmen - zur Zeit Forschungsergebnisse und aufgearbeitete Informationen fehlen, um die ökologischen Folgen des Einsatzes neuer Werkstoffe befriedigend beurteilen zu können. Für das Erstellen von Ökobilanzen fehlen vielen - vor allem kleinen und mittleren - Unternehmen sowohl Bilanzdaten konventioneller und vor allem neuer Werkstoffe sowie häufig auch personelle Kapazitäten. Es wäre wünschenswert, Aspekte der ökologischen Bewertung der Werkstoffentwicklung stärker als bisher in die FuE-Aktivitäten einzubeziehen.

### **3.4 Publikationen und Materialien**

#### *TAB-Veröffentlichungen und Materialien*

TAB-Arbeitsbericht Nr. 62: Neue Materialien zur Energieeinsparung und zur Energieumwandlung (Autoren: D. Oertel, T. Fleischer), Dezember 1999

*In Auftrag gegebene Gutachten*

- Entwicklungsstand und -trends neuer Materialien für Solarzellentechnologien (Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme Freiburg und Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe)
- Neue Werkstoffe für Gasturbinen (Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-technische Trendanalysen, Euskirchen)
- Neue Werkstoffe für Supraleiterkabel (Prof. Dr. Jürgen Gerhold, Universität Graz)

### 3.5 Projektbearbeiter/in

Torsten Fleischer (0 72 47/82 45 71)

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

## 4. Brennstoffzellen-Technologie

### 4.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Das energiepolitische und industrielle Interesse an der Brennstoffzellen-Technologie nimmt weiter zu. Die Gründe für umfangreiche private und staatliche Aktivitäten liegen im **Potenzial von Brennstoffzellen** hinsichtlich Energieeffizienz und Reduktion von Brennstoffverbrauch und Emissionen. Auch wenn dieses in weiten Teilen technisch und wirtschaftlich noch zu erschließen ist, werden Innovationen in der Fahrzeug- sowie der Energieumwandlungstechnik erwartet.

Auf Beschluss des **Ausschusses für Bildung, Wissenschaft, Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung** werden 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.

## 4.2 Stand der Arbeiten

Aufbauend auf den Ergebnissen eines Sachstandsberichtes "Zum Entwicklungsstand der Brennstoffzellen-Technologie" (**TAB-Arbeitsbericht Nr. 51**) wurde 1998 eine Weiterführung als TA-Projekt beschlossen. Untersucht werden drei wesentliche Anwendungsgebiete: der mobile, der stationäre und der tragbare Einsatz von Brennstoffzellen. Hierzu wurden insgesamt fünf Gutachten vergeben. Der Abschluss des Projekts ist für Mitte 2000 vorgesehen.

## 4.3 Vorläufige Ergebnisse

Verglichen mit konventionellen Technologien sind u.a. folgende technische und ökologische Potenziale von Brennstoffzellen hervorzuheben:

- Hohe Wirkungsgrade im Teillastbereich führen zu einem höheren Gesamtwirkungsgrad und damit zu einem geringeren Verbrauch an fossilen Brennstoffen. Z.B. haben Brennstoffzellen-Antriebe das Potenzial, im spezifischen Kraftstoffverbrauch das niedrige Verbrauchsniveau zukünftiger Pkw mit Dieselmotoren zu erreichen bzw. zu unterbieten. In stationären Anwendungen sind durch Kopplung von Hochtemperatur-Brennstoffzellen mit Gasturbinen Wirkungsgrade möglich, die mit konventionellen Techniken allein nicht erreicht werden können.
- Neu ist die mit Hilfe der Brennstoffzelle technisch attraktiv umsetzbare Perspektive des verstärkten Einsatzes der gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung im Haushaltsbereich. Daneben ergibt sich eine zusätzliche Möglichkeit zur Einspeisung von überschüssigem Strom in das örtliche Stromnetz.
- Die Vorteile von Brennstoffzellen gegenüber Batterien und Akkumulatoren für tragbare Anwendungen (Laptops, Handys etc.) liegen in einem deutlichen Ausbau netzunabhängiger Betriebszeiten bei effektiver Nutzung eines begrenzten Platzangebotes.

Die Präsentation der Einzelergebnisse im Abschlussbericht wird aufgeteilt nach den drei wesentlichen Anwendungsfeldern Verkehr, stationäre Energieversorgung und tragbare Kleingeräte erfolgen.

### *Verkehr*

Brennstoffzellen sind für den **Antrieb von Straßenfahrzeugen** (Pkw und Busse) und als Batterie-Ersatz in Fahrzeugen mit herkömmlichem Verbrennungsmotor einsetzbar. Darüber hinaus wird ihre Anwendung als Antriebssysteme bei elektrischen Bahnen oder bei Schiffen verfolgt. Ausgegangen wird dabei von der These, dass der Einsatz von Brennstoffzellen-Fahrzeugen zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen - bei i.a. als zunehmend prognostizierten Fahrleistungen - beitragen kann. Zu prüfen ist bei einer Beurteilung der Brennstoffzellen-Technologie für jedes System, ob und in welchem Umfang eine Verlagerung von energetischen Verlusten und Emissionen aus dem Fahrzeugbetrieb in die Kraftstoffgewinnung und -herstellung erfolgt. Dies ist auch relevant für die Diskussion über den Einsatz "alternativer Kraftstoffe" im Verkehr und dem dazugehörigen Aufbau neuer Infrastrukturen.

### *Stationäre Energieversorgung*

In der **Hausenergieversorgung** und im **Kleinverbrauch** sind Brennstoffzellen sowohl in der Einzelhausversorgung als auch in der Siedlungsversorgung mit Wärmeverteilung via Nahwärmenetz einsetzbar. Bei einem Ersatz konventioneller Öl- und Gasheizungen durch Brennstoffzellen-Systeme könnten sich möglicherweise Vorteile in Bezug auf eine lokale Emissionsminderung ergeben. Als Brennstoffe sind neben Wasserstoff vor allem Erdgas, aber auch Heizöl, Benzin und Methanol in der Erprobung. Da bei einer Wasserstoffbereitstellung auf fossile Wege Emissionen freigesetzt werden, wird auch eine regenerative Bereitstellung untersucht. Bei fossilen Energieträgern bietet sich der Einsatz von Erdgas an, welches auch in anderen Bereichen (z.B. Fahrzeuge, Kraftwerke) zunehmend zum Einsatz kommt.

In der **industriellen und öffentliche Stromversorgung** können Brennstoffzellen ein breites Anforderungsspektrum abdecken. Bei der Substitution eines Teiles des Kraftwerkparks durch Brennstoffzellen, werden Minderungseffekte bei Treibhausgasen und beim Verbrauch erschöpflicher Ressourcen erwartet. Die Lebensdauer entsprechender Brennstoffzellen-Stacks kristallisiert sich als ein wesentliches Entwicklungsthema heraus, da diese derzeit noch weit unterhalb üblicher Standzeiten konventioneller Technologien liegt.



### *Tragbare Kleingeräte*

In einem weiter stark expandierendem Markt von Kleingeräten haben Brennstoffzellen gute Chancen, erhebliche Marktanteile zu gewinnen. Als Brennstoff für tragbare elektrische Kleingeräte wird der Einsatz von reinem Wasserstoff aufgrund der Handlichkeit entsprechender Systeme favorisiert, wobei auch haushaltstypische, kohlenstoffstämmige Brennstoffe (z.B. Propan) in Betracht kommen. Jedoch sind für deren Einsatz Mini-Reformer notwendig. Der Einsatz von Brennstoffzellen mit einer längeren Lebensdauer als herkömmliche Akkumulatoren verspricht einen Beitrag zur Reduzierung des Müllaufkommens.

### *Ausblick*

Die Brennstoffzellen-Technologie hat deutliche Fortschritte im Hinblick auf ihre technische Realisierbarkeit aufzuweisen. Sie scheint nach heutigem Stand mit konventionellen Energieumwandlungssystemen zukünftig konkurrenzfähig sein können, auch wenn das Erreichen entsprechender Kostenziele ein überaus ehrgeiziges Entwicklungsziel bleibt. Im Mittelpunkt von Forschung und Entwicklung dürfte daher auch in den nächsten Jahren die Optimierung von Brennstoffzellen-Gesamtsystemen stehen. Ergänzend müssen Fragen nach dem "richtigen" Energieträger und der Bereitstellung der Infrastrukturen beantwortet werden. Entscheidend für die weitere Diffusion der Brennstoffzellen-Technologie werden die energie-, umwelt- und verkehrswirtschaftlichen Rahmenbedingungen sein.

## **4.4 Publikationen und Materialien**

### *TAB-Veröffentlichungen und Materialien*

- TAB-Arbeitsbericht Nr. 51: Zum Entwicklungsstand der Brennstoffzellen-Technologie (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)

## 4.5 Projektbearbeiter/in

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

Torsten Fleischer (0 72 47/82 45 71)

## 5. Klonen von Tieren

### 5.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Das TA-Projekt "Chancen und Risiken der Entwicklung und Anwendungen des Klonens sowie der Gentechnik und der Reproduktionstechnik bei der Züchtung von Tieren für die Forschung, bei der Züchtung von Labortieren und bei der Nutztierzucht" geht auf einen Antrag der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen im Deutschen Bundestag zurück (BT-Drs. 13/7160). Mit dem Ziel einer verbesserten Informations- und Meinungsbildungsgrundlage sollte das TAB beauftragt werden, eine Bestandsaufnahme der komplexen und wertsensiblen Thematik vorzunehmen. Zielsetzung des Projektes war es zu untersuchen,

- welche Einflüsse vom Einsatz des kerntransferbasierten Klonens auf die biologische Grundlagenforschung ausgehen können,

- welche Beiträge für die verschiedenen anwendungsorientierten Bereiche in der Medizin zu erwarten sind,
- welche Auswirkungen für Tierzucht und Landwirtschaft erkennbar sind,
- und schließlich, welche Problemfelder zu identifizieren sind und welche Schlussfolgerungen abgeleitet werden können.

Es zeigte sich schon während der Konzepterstellung, dass eine perspektivische Beschränkung auf rein technische, medizinische und ökonomische Aspekte der Anwendung des Klonens bei Tieren unbefriedigend gewesen wäre. Das Klonen bedarf auch unter rechtlichen und ethischen Aspekten der Beachtung. Der Bericht widmet sich daher der Frage, ob bzw. welchen Regelungen das Klonen von Tieren in Deutschland nach gegenwärtigem Recht unterliegt und ob das Klonen gegebenenfalls gesetzlichen Beschränkungen oder gar Verboten unterworfen werden darf. In Anbetracht der Möglichkeiten, die eine Weiterentwicklung der Klonierungstechniken im Hinblick auf mögliche Anwendungsfelder beim Menschen birgt (Arzneimittel, Transplantation, Gewebezüchtung etc.), erschien zudem eine Reflexion des Handelns von Medizinern, Biotechnologen und Tierzüchtern im Spannungsfeld von wissenschaftlich-technischem Fortschritt und ethischen Anforderungen notwendig. An die Ethik wurde die Frage gerichtet, ob die herkömmlichen ethischen Prinzipien sowie die klassischen Argumentationen und einschlägigen Muster ethischer Urteilsbildungen für die moralische Bewertung des Klonens ausreichen.

## 5.2 Stand der Arbeiten

Das vom TAB konzipierte TA-Projekt "**Klonen von Tieren**" wurde im Sommer 1997 vom **Ausschuss für Bildung, Wissenschaft, Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung** des Deutschen Bundestages beschlossen und Anfang 1998 begonnen. Sieben Gutachten und zwei Kommentargutachten wurden zur Darstellung des wissenschaftlichen und politischen Diskussionsstandes in Auftrag gegeben. Der Endbericht ist für März 2000 geplant.

## 5.3 Ergebnisse

Ein Klon ist ein Individuum, das mit einem anderen genetisch identisch ist. Klonen ist eine in der Natur weit verbreitete Form der ungeschlechtlichen Vermehrung von Lebewesen. Bei Einzellern und Pflanzen ist sie ein ganz nor-

maler Vorgang (Zweiteilung, vegetative Vermehrung); bei höheren Wirbeltieren können genetisch identische Individuen auf natürliche Weise dadurch entstehen, dass sich Embryonen in frühen Teilungsstadien spontan aufspalten und sich die Teile getrennt in unabhängige Individuen weiterentwickeln (Zwillinge bzw. Mehrlinge). Zur **künstlichen Erzeugung von Klonen** höherer Organismen stehen im Prinzip zwei Verfahren zur Verfügung, die Embryoteilung (Embryosplitting) und das Klonen durch Zellkerntransplantation in Ei- oder Embryozellen, denen ihr eigenes genetisches Material entfernt wurde (Kerntransfer). Klonierungsverfahren (Klontechniken) zählen zum Bereich der Biotechnologie, und zwar zu den (biotechnischen) Verfahren, die die Erbsubstanz innerhalb der Zellkerne nicht verändern. Klontechniken werden in der Regel jedoch nicht isoliert, sondern im Verbund mit anderen (die Erbsubstanz verändernden, transgenen) Bio- und Gentechniken angewendet. Dabei sind manche Biotechniken unabdingbarer Bestandteil eines Klonverfahrens, andere optional.

#### *Biomedizinische Forschung und Anwendung*

Klone höherer Organismen sind von großem Interesse für die biomedizinische Grundlagenforschung sowie die anwendungsorientierte medizinische Forschung. Derzeit werden im Wesentlichen vier mögliche Anwendungsfelder des kerntransferbasierten Klonens für medizinische Zwecke diskutiert. Ein erster Bereich ist das sog. **Gene Pharming**, also die Verwendung transgener Tiere zur Erzeugung therapeutisch nutzbarer (humaner) Proteine, z.B. in der Milch. Hier liegt auf absehbare Zeit eines der möglichen Hauptanwendungsgebiete des kerntransferbasierten Klonens, da es die Erzeugung der entsprechenden transgenen Tiere im Vergleich zu den herkömmlichen Verfahren effektiver und zielgerichteter macht. Vorteile dieser durch biogenetische Herstellungsverfahren gewonnenen Wirkstoffe, wie Insulin oder Blutfaktoren oder andere menschliche körpereigene Substanzen, bestehen darin, dass diese Wirkstoffe viel reiner gewonnen werden können als bei der herkömmlichen Methode über Zwischenprodukte von Tieren und Menschen. Bei Verfügbarkeit solcher Tiere kann die Wirkstoffproduktion in großen Mengen und verhältnismäßig preiswert erfolgen. Allerdings entstehen für die Tiere auch Risiken, die durch die genetische (transgene) Manipulation, durch die biologische Aktivität des produzierten Proteins und durch das Klonverfahren selbst bedingt sind. Gefährdungen für Menschen können durch Veränderungen der Produkte sowie durch mögliche Krankheits(erreger)-Übertragung entstehen, müssen also durch sorgfältige Arzneimittelprüfungen so weit wie möglich ausgeschlossen werden.

Ein weiterer Bereich, in dem das Klonen möglicherweise eingesetzt werden könnte, ist die Herstellung von transgenen Tieren als **Tiermodelle für menschliche Krankheiten**. Ein großes Hindernis bei der Weiterentwicklung von Tiermodellen zeigte sich darin, dass es bislang nur bei der Maus gelang, genetisch manipulierte Zellen so stabil in die Keimbahn eines Empfängertieres zu integrieren, dass die genetischen Veränderungen vererbt werden können. Die physiologischen und anatomischen Unterschiede zwischen Maus und Mensch sind jedoch so groß, dass die Symptome der bei der Maus eingeführten genetischen Veränderung oft nicht dem beim Menschen beobachteten Krankheitsbild entsprechen. Das Klonen mit Hilfe des Kerntransfers unter Verwendung somatischer Zellen eröffnet die Möglichkeit, bei verschiedenen Spezies gezielte genetische Veränderungen zu induzieren (Gene Targeting und Gene Knock-out). Auch ließen sich auf diesem Wege erstmalig Krankheitsmodelle in transgenen Großtieren schaffen, die je nach zu untersuchender Krankheit im Hinblick auf anatomische, physiologische oder genetische Charakteristika bisherigen Mausmodellen überlegen sein könnten. Es wird allgemein erwartet, dass dies mittelfristig dazu beitragen wird, die Krankheitsbilder genetisch bedingter humaner Erkrankungen besser zu verstehen und darauf aufbauend wirksame Behandlungsmöglichkeiten zu entwickeln.

Das Klonen könnte des Weiteren bei der **Transplantation von körpereigenem (autologem) Gewebe** einen technischen Beitrag leisten sowie bei der sog. Zelltherapie. Das optimale Transplantationsgewebe ist einfach zu kennzeichnen: Seine Zellen sollten mit denen des Empfängers genetisch möglichst identisch sein. Das Immunsystem des Patienten erkennt es dann nicht mehr als fremd, und jedes Problem der Abstoßung entfiere. Deshalb wäre eine optimale Lösung die Schaffung genetisch identischen Ersatzgewebes. Forschungsergebnisse deuten darauf hin, dass dies nun mittels des kerntransferbasierten Klonens erreichbar werden könnte. Zur Züchtung von humanem Ersatzgewebe ist prinzipiell ein weiterer Weg denkbar: Mit Hilfe der Kerntransfermethode würde ein früher Embryo erzeugt, aus diesem könnten in Kultur pluripotente embryonale Stammzellen gewonnen werden. Die Gewinnung solcher Zellen ist beim Menschen allerdings auch aus **in vitro** gezeugten Embryonen noch nicht gelungen. Außerdem würde ein solches Verfahren die **ethisch und rechtlich höchst problematische Erzeugung und Verwertung eines menschlichen Embryos erfordern**, es sei denn, es könnten Eizellen von Tieren als Empfänger der Zellkerne verwendet werden. Doch diese Entwicklung steht noch am Anfang und beinhaltet eigene Probleme, insbesondere ebenfalls schwerwiegende ethische Probleme.

Ein vierter Bereich, in dem der Einsatz (transgener) geklonter Tiere denkbar ist, ist die **Xenotransplantation** (Transplantation tierischer Organe in den Menschen). Um jedoch "Spendertiere" zu konstruieren, müssten z.B. beim Schwein bis zu etwa einem Dutzend Gene verändert werden. Mit den herkömmlichen Methoden der genetischen Veränderung ist dies praktisch nicht machbar. Durch das Klonen könnte nun die Möglichkeit gegeben sein, zunächst Zellen in Kultur mit den gewünschten genetischen Veränderungen zu versehen, bevor aus ihnen mit Hilfe des kerntransferbasierten Klonens ein vielfach genetisch verändertes Tier erzeugt werden könnte. Aber auch wenn das "ideale" Spendertier auf diesem Wege geschaffen werden könnte, würden die grundsätzlichen Probleme der Abstoßung vermutlich bestehen bleiben. Auch ist unsicher, ob das tierische Fremdorgan seine Funktion im menschlichen Empfänger tatsächlich erfüllt. Bestehen bleibt auch das Problem einer Anpassung tierischer Viren an den Menschen mit der möglichen Folge von Epidemien.

#### *Nutztierzucht und Landwirtschaft*

Das Klonen selbst ist kein Züchtungsverfahren, sondern eine Technik, die die genetisch identische Vermehrung von Individuen ermöglicht. Klonen allein bewirkt also keinen züchterischen bzw. genetischen Fortschritt bei den resultierenden Klonen im Verhältnis zum Ausgangsindividuum. Maßgebend für die Wirtschaftlichkeit und Zweckmäßigkeit des Klonens im tierzüchterischen Einsatz in der Landwirtschaft sind die Effektivität der Klonierungstechnik und der (züchterische) Wert des für die Klonierung verfügbaren genetischen Materials. Sollte sich die Methode des Klonens von erwachsenen Tieren zu einem Routineverfahren weiterentwickeln lassen, ergäben sich daraus auch Auswirkungen für die Tierproduktion, deren Ausmaß im Wesentlichen von den Kosten der Klonierung bestimmt wird. Solange das Verfahren noch sehr teuer ist, werden wohl nur einzelne Spitzentiere geklont werden, z.B. könnte bei einem Ausfall (durch Alter oder Krankheit) eines züchterisch sehr wertvollen Tieres das Tier durch einen Klon von sich selbst ersetzt werden.

Mit dem erwarteten Zuwachs genetischen Wissens auch im Nutztierbereich und den damit verbundenen Möglichkeiten zur Erstellung transgener Tiere können in Kombination mit dem kerntransferbasierten Klonen **neue Strategien in Tierzucht und Tierproduktion** eingesetzt werden. Erwartet wird, dass mit Hilfe dieser Technologien auch transgene Tiere mit veränderten (landwirtschaftlichen) Eigenschaften effizienter als bisher möglich "hergestellt" werden können. Die wichtigsten Ziele des Gentransfers in der Nutztierzucht in Verbin-

dung mit der Klonierung sind: Qualitätssteigerung, Gene Pharming, Steigerung der Krankheitsresistenz und Kostenreduktion. Leistungssteigerung mittels Gentransfer steht bei landwirtschaftlichen Nutztieren mittlerweile nicht mehr so im Vordergrund, da z.B. für Fleisch- und Milchleistung komplexe, multigene Merkmale verantwortlich sind, die nur schwer zu verändern sind und sich zudem mit konventioneller Züchtung ausreichend bearbeiten lassen. Teilweise wird mit Gentransfer versucht, die Futtermittelverwertung zu verbessern bzw. die Fettbildung insbesondere beim Schwein zu reduzieren. Dies ist z.B. ein Aspekt der hauptsächlich gewünschten Qualitätsverbesserung tierischer Produkte, wie auch die angestrebte geänderte Milchezusammensetzung: gearbeitet wird an der Erhöhung des Proteingehaltes, insbesondere des Kaseins, und der Reduzierung oder völligen Entfernung von Milchzucker (Lactose). Solche Milch wäre auch für Menschen verträglich, die eine Lactose-Intoleranz besitzen. Eine Weiterführung dieses Ansatzes führt zum schon beschriebenen Gene Pharming. Auf Grund hoher krankheitsbedingter Kosten in der Massentierhaltung kommt der genetischen Modifikation der Krankheitsresistenz von Tieren in der Tierzucht eine große Bedeutung zu. Durch Übertragung spezifischer Krankheitsresistenzgene oder das Ausschalten von Genorten, die spezifische Krankheiten determinieren, könnte die Tiergesundheit und damit die Qualität tierischer Produkte (theoretisch) verbessert werden.

In der landwirtschaftlichen Zuchtpraxis könnte die Einführung der (praxistauglichen) Klonierung (insbesondere in der Rinderzucht) möglicherweise zu einer **Umstrukturierung der Züchtungsorganisationen** führen. Sowohl aus Kostengründen als auch wegen der personellen Qualifikationsanforderungen würden voraussichtlich spezialisierte, kapitalintensive, erwerbswirtschaftlich ausgerichtete Zuchtunternehmen entstehen. Es ist fraglich, ob die bestehenden Züchtervereinigungen in der Lage sein werden, die biotechnischen Arbeiten in effizienter Weise durchzuführen. Ferner wären in der Folge eines umfassenden Einsatzes des Klonens **Veränderungen auf der Ebene der Produktionsstufe** mit unterschiedlichen Auswirkungen in Abhängigkeit von den Betriebsformen und Betriebsgrößen zu erwarten. Diese könnten den **Strukturwandel** innerhalb dieses Sektors verstärken und insgesamt zu einer Verringerung von Betrieben und Arbeitsplätzen im Agrarbereich führen.

Es ist nicht auszuschließen, dass die vom Klonen ausgehenden Wirkungen auf die **Nutzungsstruktur der Agrarflächen** eine Verstärkung der seit den 60er Jahren beobachteten Entwicklungstendenzen im Agrarsektor bewirken werden: Die vollständige Ausschöpfung möglicher Leistungsfortschritte durch intensivste und industriemäßige Wirtschaftsweise führt zu sinkenden Preisen

und neben der tierbezogenen Flächenbedarfsminderung zu einer weiteren Einschränkung des Agrarraums und einer Verkleinerung der landwirtschaftlichen Nutzfläche bei gleichzeitiger Zunahme der Veredelungsbetriebe und -regionen. Deshalb dürfte auch in den sehr wettbewerbsorientierten Veredelungsregionen eine Zunahme der regionalen Umweltbelastungen zu erwarten sein.

### *Rechtliche Aspekte*

Unter rechtlichen Aspekten ist insbesondere die Beantwortung der Frage von Bedeutung, welchen Regelungen das Klonen von Tieren in Deutschland (und im Ausland) unterliegt, unter welchen Voraussetzungen das Klonen rechtlich zulässig bzw. nicht zulässig ist. Eine ausdrückliche Berücksichtigung der Klonierungstechniken findet sich im **Tierschutzgesetz** nicht. Das Klonen von Tieren könnte jedoch durch die **Regelungen des § 7 Abs. 1 TierSchG** erfasst sein, da dieser Paragraph Bestimmungen zu Tierversuchen enthält und die Klonierungsverfahren sich überwiegend noch im Versuchsstadium befinden. Anwendung und Auswirkung dieses Paragraphen werden jedoch sehr unterschiedlich diskutiert: Sieht man das Entkernen der Eizelle nicht als eine Erbgutveränderung im rechtlichen Sinne an, stellt auch das Übertragen der Eizelle in das austragende Tier keinen Tierversuch dar. Gelangt man jedoch (wie z.B. das BML) zu der Auffassung, dass das Klonen mittels Kerntransfer unter die Bestimmungen von § 7 Abs. 1 Satz 2 des Tierschutzgesetzes fällt, weil es sich hierbei um Eingriffe am Erbgut handelt und zudem die Klonierungsversuche für die erbgutveränderten Tiere (oder Trägartiere) mit Schmerzen oder Schäden verbunden sein können, wären Klonierungsversuche mittels Kerntransfer eindeutig genehmigungspflichtig. Das Klonen von Tieren könnte auch und insbesondere dann durch den **§ 11 b TierSchG (Qualzucht)** eingeschränkt werden, wenn diese Verfahren Praxisreife erreicht haben und beispielsweise bei der Produktion und Züchtung landwirtschaftlicher Nutztiere eingesetzt würden. Dies gälte allerdings nur dann, wenn mit Hilfe des Klonens quälerische Veränderungen an den Tieren provoziert würden, die in der weiteren Züchtung Bestand hätten. Nach der gängigen Rechtsauffassung scheint somit durch § 7 und § 11b Tierschutzgesetz eine rechtliche Regelung der Klonierung insoweit zu bestehen als hiermit Leiden, Schmerzen oder Schäden für die Tiere verbunden sein könnten. Ein Verbot der Klonierung würde jedoch nur dann in Betracht gezogen werden können, wenn erhebliche Leiden für die Tiere tatsächlich feststellbar sind.



**Aus verfassungsrechtlicher Sicht** würde ein Klonierungsverbot die Grundrechte des Forschenden und der Berufstätigen aus **Art. 5 Abs. 3 (Forschungsfreiheit)** und **Art. 12 Abs. 1 GG (Berufsfreiheit)** verletzen. Ein Klonierungsverbot oder sonstige Beschränkungen des Klonens würden ebenso einen Eingriff in die verfassungsrechtlich garantierte **Wissenschaftsfreiheit** darstellen. Eine verfassungsimmanente Schranke, die den Eingriff rechtfertigen könnte, besteht offensichtlich nicht. Nach Art. 12 Abs. 1 GG wäre deshalb ein Klonierungsverbot verfassungswidrig, da es mit dem Wohl der Allgemeinheit nicht vereinbar und durch den Gesetzesvorbehalt des Art. 12 Abs. 1 S. 2 GG nicht erfasst wäre. Das **Klonen von Tieren** ist unter den augenblicklichen Bedingungen somit **prinzipiell zulässig und unterliegt nur bedingt Einschränkungen nach gültigem Recht**.

Eine neue Situation könnte sich bei einer **Aufnahme des Staatsziels Tierschutz in das Grundgesetz** ergeben. In Deutschland wird zurzeit der Entwurf eines entsprechenden Verfassungsartikels diskutiert. Einen Gesetzesantrag im 13. Deutschen Bundestag zur Änderung des Grundgesetzes durch Einführung einer Staatszielbestimmung Tierschutz hat der Bundesrat am 28.11.1997 gebilligt. Der **Antrag des Bundesrates** zielte auf die Einfügung eines Art. 20b in das Grundgesetz mit der Zielbestimmung, dass "Tiere als Mitgeschöpfe geachtet und im Rahmen der Gesetze vor vermeidbaren Leiden und Schäden geschützt werden". Dabei wird der Tierschutz zumeist im Hinblick auf die Beschränkung von Tierversuchen verstanden, aber auch in Bezug auf die Intensivtierhaltung, den Tiertransport oder die Tiertötung. Im Bundestag wurde über diesen Antrag beraten, ohne dass eine Entscheidung über den Antrag erging. Für eine definitive Entscheidung bleibt die jetzige 14. Legislaturperiode abzuwarten. Sollte der entsprechende Artikel in das Grundgesetz aufgenommen werden, könnte das Klonen von Tieren möglicherweise gegen ein verfassungsrechtlich geschütztes Gut, den Tierschutz, verstoßen, da eine verfassungsimmanente Schranke für Art. 5 Abs. 3 GG bestehen könnte. Zumindest kann jedoch darauf verwiesen werden, dass mit einer verfassungsrechtlichen Gewährleistung des Tierschutzes im Einzelfall in der Gesetzesanwendung und Rechtsprechung die erforderliche Abwägung zu anderen, ebenfalls verfassungsrechtlich geschützten Rechtsgütern (etwa der Forschungs- und Wissenschaftsfreiheit, aber auch der Berufsfreiheit und Eigentumsgarantie) erreicht werden könnte. Ein "Staatsziel Tierschutz" schließt wohl insofern die Nutzung von Tieren durch den Menschen nicht schlechthin aus, sie erhöht aber die Anforderungen an deren erforderliche Rechtfertigung.

*Ethische Aspekte*

Unterschiedliche Positionen in der gesellschaftlichen Diskussion und Bewertung des Klonens von Tieren lassen sich zum Teil auf unterschiedliche grundlegende Wertannahmen zurückführen. Von diesen hängt es auch ab, ob der Klonierung von Tieren z.B. eine gegenüber herkömmlichen oder auch anderen neuen Verfahren der Tierzucht neue Qualität zugeschrieben wird. Einigen theologisch begründeten Positionen gilt die Klonierung z.B. als ein dem Menschen nicht zustehender Eingriff in die Schöpfung. Wer Tieren einen "Eigenwert" oder eine "Kreaturwürde" zuschreibt, wird das Klonen von Tieren in der Regel für moralisch mindestens problematisch halten. Aus einer anthropozentrischen Perspektive stehen vor allem die Frage nach der Sicherheit von mit Hilfe des Klonierungsverfahrens erzeugten Produkten und die mit seiner Anwendung möglicherweise verbundenen ökologischen (Verarmung der genetischen Vielfalt) und sozialen (industrielle Massenproduktion, Kapitalkonzentration, neue Abhängigkeitsverhältnisse) Risiken und Gefahren im Vordergrund. Andere Positionen sehen die Klonierung von Tieren eher als einen Trendverstärker, der bereits jetzt beobachtbare, durch die Nutzung anderer biotechnischer und gentechnischer Reproduktionsverfahren induzierte, unerwünschte Tendenzen noch verstärken könnte, und nicht als einen qualitativ neuen Schritt in der Reproduktionstechnologie.

Die verschiedenen gesellschaftlichen Positionen stehen für das Bemühen, für ein bestimmtes moralisches oder ethisches Ideal zu werben und dadurch ggf. auch das politische Klima zu beeinflussen. Angesichts eines schwierig zu erreichenden moralischen Konsenses ist darüber nachzudenken, an welchen ethischen Prinzipien sich ein möglicher Einsatz der Tierklonierung zu orientieren hat. Das heißt, dass nicht nur ein möglicher Einsatz des Tierklonens ethisch gerechtfertigt sein muss, sondern auch ein Verzicht auf die Anwendung der mit diesem Verfahren gegebenen (therapeutischen) Möglichkeiten. Unter dieser Perspektive steht im Mittelpunkt der ethischen Beurteilung des Klonens die Frage, ob die für das Klonen von Tieren in Anspruch genommenen Ziele oder Zwecke und die in deren Rahmen eingesetzten Mittel oder Methoden einen Eingriff in die Interessensphäre der betroffenen Tiere implizieren und ob in diesem Fall der Eingriff im Sinn der genannten Abwägung ethisch gerechtfertigt werden kann.

Als hochrangig werden von Ethikern in der Regel die Ziele in der biomedizinischen Forschung und Anwendung betrachtet, denen in Bezug auf die Gesundheit des Menschen besondere Dringlichkeit oder gar Lebensnotwendigkeit

zukommt und die nur mit Hilfe des Klonens von höheren Tieren erreicht werden können. Auch Ziele im Bereich der Grundlagenforschung können als hochrangig betrachtet werden und ein Klonen von höheren Tieren rechtfertigen, sofern keine alternativen Methoden zur Verfügung stehen. Sollte das Klonen jedoch mit erheblichem Leiden für das betroffene Tier verbunden sein, ist zu prüfen, ob bereits das bloße Erkenntnisinteresse des Menschen einen hinreichenden Rechtfertigungsgrund darstellt oder ob Rechtfertigungen nur bei bestimmten Zielen möglich sind, d.h. dann, wenn sie erforderlich sind, um erhebliches menschliches Leid zu vermeiden. Als den genannten Zielen im Rang nachgeordnet werden zumeist Ziele im Bereich der Nutztierzucht genannt, sofern sie nicht explizit zur Sicherstellung der Nahrungsbasis des Menschen dienen.

### *Schlussfolgerungen und Handlungsoptionen*

In der angewandten Forschung eröffnet das kerntransferbasierte Klonen neue Wege zur Herstellung transgener Tiere. Einige therapeutisch wirksame Proteine können auf diesem Wege kostengünstig hergestellt werden. Vielversprechend in medizinischer und ethischer Hinsicht erscheint die Gewinnung von körpereigenem Ersatzgewebe, entsprechende Forschungsaktivitäten sind daher besonders förderungswürdig. Unklar ist, ob es gelingen kann, bessere Untersuchungsmodelle für menschliche Krankheiten in Nutztieren zu schaffen, doch sollten wegen der nicht geringen medizinischen Bedeutung auch in diesem Bereich die Anstrengungen verstärkt und unterstützt werden. **Insgesamt erscheint der potenzielle Nutzen des kerntransferbasierten Klonens für die Bereiche Forschung und Medizin als relativ hoch.**

Im Bereich der Landwirtschaft verspricht die (praxistaugliche) Erstellung von Klonen den Züchtern tierbezogene Leistungs- sowie Qualitätssteigerung bei gleichzeitiger betriebswirtschaftlicher Kostenreduktion. Es ist wahrscheinlich, dass die Klonverfahren die bislang schon bestehenden Trends zur weiteren Optimierung der Leistungspotenziale von Nutztieren, d.h. von Hochleistungstieren, noch verstärken. Im Hinblick auf die Aspekte des genetischen Fortschritts und der genetischen Vielfalt in der Tierzucht kann die Selektion auf spezifische Leistungseigenschaften mit Hilfe des Klonens eine diesbezügliche Vereinheitlichung des (Zucht-)Tierbestandes zum Ziel und damit zugleich eine allgemeine Vereinheitlichung zwangsläufig zur Folge haben. Der hierdurch erzielte (und gewünschte) "genetische Status Quo" ist deshalb sehr wahrscheinlich zugleich mit einer Einschränkung der genetischen Vielfalt verbunden. Obwohl grundsätzlich noch ein großer Forschungsbedarf zur genaueren Erfassung des

Status Quo besteht, sollten dennoch bereits jetzt geeignete Maßnahmen ergriffen werden, die eine "künstliche" Herstellung von immer mehr Nachkommen einzelner Tiere ggf. beschränken. Das betrifft Techniken von der routinemäßigen Künstlichen Besamung bis zum Klonen.

Weiterhin steht zu vermuten, dass die Einführung des Klonens im Zusammenhang mit anderen Reproduktions- und genetischen Züchtungstechniken eine erhebliche Auslagerung der Erzeugung von Zuchtprodukten (Zuchttieren) aus landwirtschaftlichen Betrieben in gewerbliche Unternehmen auslösen bzw. verstärken wird. Damit käme es auch in der Tierzucht zu einer ähnlichen Situation wie in der Pflanzenzüchtung, wo eine pyramidenförmige Struktur aus wenigen Zuchtunternehmen, einer großen Zahl von Vermehrungsbetrieben und vielen Produktionsbetrieben besteht. Der Druck auf die zuständigen Organe der EU und auf nationale Regierungen, für die kommerzielle Nutzung von Gen- und Klonierungstechniken günstige Rahmenbedingungen zu schaffen, wird vermutlich ansteigen. Hierzu zählen etwa Forderungen, sog. "wettbewerbsverzerrende Vorschriften" - wie Quotenregelungen, Förderobergrenzen oder Bestandsobergrenzen - abzuschaffen.

Die Folgen einer möglichen weiteren Forcierung dieser seit den 70er Jahren im Agrarbereich feststellbaren Entwicklung sind nicht nur quantitativer sondern auch qualitativer Art. Hier wäre seitens der Politik darauf zu achten, dass nicht eine Situation entsteht, in der mögliche negative Effekte der Spezialisierung in der Tierzucht auf den unterschiedlichen Ebenen von Züchtung, Arbeitsmarkt und Betriebsstruktur ggf. immer schwieriger oder gar nicht mehr zu revidieren wären. **Insgesamt gesehen erfordert die Anwendung des kerntransferbasierten Klonens in den Bereichen der Landwirtschaft eine sorgfältige Abwägung der Vor- und Nachteile.** Bezüglich der Quantität und der Qualität menschlicher Ernährung besteht keine unmittelbare Notwendigkeit, Tiere für die landwirtschaftliche Nutzung zu klonen. Zudem sind die zurzeit absehbaren Auswirkungen auf das einzelne Nutztier - aber auch auf Populationen (Zuchtbestände), Rassen und evtl. auch Arten - möglicherweise ebenso gravierend wie die Auswirkungen auf die Landwirtschaftsstrukturen und die sozioökonomischen Bedingungen der in der Landwirtschaft tätigen Personen.

Unter ethischen Gesichtspunkten hat eine Bewertung des Klonens von Tieren sich im Prinzip an denselben Kriterien zu orientieren, die auch bei der traditionellen Tierzucht als maßgeblich anzusetzen sind (bzw. angesetzt werden müssten). Diesbezüglich wird verschiedentlich auch die **Einrichtung einer nationalen Ethikkommission** problematisiert, die sich mit den moralisch-ethischen Fragen des Fortschrittes der biologischen und biomedizinischen Technologie

insgesamt bzw. mit den Folgen des Fortschrittes in Biologie und Medizin im nicht-humanen Bereich zu befassen hätte. Ihre Aufgabe bestünde in der Beratung politischer Entscheidungsträger und der Information der Öffentlichkeit. Möglicherweise wäre auch eine intensive Zusammenarbeit mit einer ebenfalls diskutierten nationalen Ethikkommission im Humanbereich wünschenswert, u.U. auch eine einzige, mit dem gesamten menschlichen wie nicht-menschlichen Bereich der wissenschaftlichen und technischen Entwicklungen in der Biologie und Biomedizin befasste Ethikkommission sinnvoll. Da weite Teile der Öffentlichkeit auch eine Anwendung der Klonierungsverfahren am Menschen befürchten, könnte die **Implementierung partizipativer Verfahren** der Meinungsbildung und Politikberatung (wie Konsensuskonferenzen oder Bürgerforen) sinnvoll sein. Die Notwendigkeit vorhersehender und rechtzeitiger Überlegungen und ggf. rechtlicher Regelungen im Hinblick auf das Klonen von Menschen ist jedenfalls keineswegs von der Hand zu weisen.

Eine Analyse der rechtlichen Aspekte des Klonens von Tieren ergab, dass es zurzeit zulässig ist und nur bedingt Einschränkungen nach gültigem Recht unterliegt. Grundsätzlich steht in Deutschland zurzeit die Tierschutzrelevanz teilweise im Widerspruch zu den eigentlichen Ansprüchen des Tierschutzgesetzes, und grundsätzlich steht der Tierschutz hinter der grundgesetzlich verbürgten Forschungsfreiheit zurück. Die Entwicklungen im Bereich des Klonens können jedoch prinzipiell die Notwendigkeit verdeutlichen, dem Tierschutz ggf. grundgesetzlichen Rang zuzugestehen.

## 5.4 Publikationen und Materialien

### *In Auftrag gegebene Gutachten*

- Erzeugung genetisch-identischer Mehrlinge (Klonen) bei landwirtschaftlichen Nutztieren: Entwicklungsstand und Anwendungsperspektiven (Prof. Dr. Dr. Heiner Niemann und Dr. Christine Wrenzycki, FAL, Institut für Tierzucht und Tierverhalten, Abteilung Biotechnologie, Mariensee/Neustadt)
- Klonen bei Tieren - Auswirkungen in der Nutztierzucht (Prof. Dr. Dr. h.c. Jürgen Zeddis, Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre, Universität Hohenheim, und Prof. Dr. Arno Henze, Institut für Agrarpolitik und Landwirtschaftliche Marktlehre, Universität Hohenheim)
- Klonen in der biomedizinischen Forschung: Möglichkeiten und Perspektiven, Grenzen und Risiken (Prof. Dr. Regine Kollek sowie Dr. Stephan Hartung)

und Dipl.-Biochem. Christina de Wit, Forschungsschwerpunkt Biotechnik, Gesellschaft und Umwelt [FSP BIOGUM], Forschungsgruppe Medizin/Neurobiologie, Universität Hamburg)

- Chancen und Risiken der Entwicklung und Anwendung des Klonens sowie der Gentechnik und der Reproduktionstechnik bei der Züchtung von Tieren für die biomedizinische Forschung (Priv.-Doz. Dr. Carmen Birchmeier und Dr. Stefan Britsch, Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin [MDC], Berlin)
- Rechtliche Aspekte des Klonens von Tieren (Prof. Dr. Jürgen Simon sowie Susanne Braun und Dr. Jan Vesting, Europäische Akademie für Umwelt und Wirtschaft e.V. sowie Forschungszentrum Biotechnologie und Recht, Universität Lüneburg)
- Klonen von Tieren - Ethische und politische Beurteilung (Prof. Dr. Kurt Bayertz sowie Dr. Johann S. Ach, Dipl.-Soz. Rainer Paslack, Dr. Katrin Platzer und Dr. Kurt W. Schmidt, argos-Institut für gesellschaftswissenschaftliche Studien, praktische Philosophie und Bildung e.V. [argos], Münster)
- Klonen von Tieren - Kriterien einer ethischen Urteilsbildung (Prof. Dr. Ludger Honnefelder sowie Dr. Dirk Lanzerath und Ingo Hillebrand M.A., Institut für Wissenschaft und Ethik e.V. [IWE], Bonn)
- Kommentargutachten zu den Themen "Erzeugung genetisch-identischer Mehrlinge (Klonen) bei landwirtschaftlichen Nutztieren: Entwicklungsstand und Anwendungsperspektiven" sowie "Klonen bei Tieren - Auswirkungen in der Nutztierzucht" (Dr. Anita Idel, Barsbek)

## 5.5 Projektbearbeiter

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

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

## 6. Bioenergieträger und Entwicklungsländer

### 6.1 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. Dabei werden biogene Festbrennstoffe in den Mittelpunkt gestellt, weil hier erhebliche, kurz- bis mittelfristig nutzbare Potenziale zur CO<sub>2</sub>-Reduktion vorhanden sind und neben der Einführung neuer Energietechnologien auch die Möglichkeiten der Effizienzsteigerung untersucht werden können. Dieser Untersuchungsbereich wird durch Fallstudien vertieft. Die Durchführung von Fallstudien wurde für notwendig gehalten, um die konkreten Potenziale besser erfassen sowie die aktuellen Rahmenbedingungen und nicht-technischen Barrieren genauer untersuchen zu können. Außerdem werden die Bereiche Ölpflanzen und Biogas behandelt.

Neben den Folgewirkungen für Klimaschutz und Umwelt soll auf die Auswirkungen auf die wirtschaftliche Entwicklung und Wertschöpfung in den Entwicklungsländern und auf die Wirtschaft und Arbeitsmarktsituation in Deutschland eingegangen werden. Außerdem wird ein besonderes Gewicht auf die Mechanismen und Entwicklungsmöglichkeiten von Clean Development Mechanismen sowie ihre Nutzung für die Klima- und Entwicklungspolitik gelegt. Im Einzelnen werden folgende **Fragestellungen** bearbeitet:

- Kurzübersicht zu **Einsatz und Perspektiven regenerativer Energien** (Nachwachsende Rohstoffe, Wasser, Wind, Sonne) in Entwicklungsländern unter Berücksichtigung des derzeitigen und zukünftigen Bedarfs und Verbrauchs an Nutzenergie (Strom, Wärme, Prozessenergie)
- Untersuchung der Nutzung, Potenziale und Entwicklungsmöglichkeiten der energetischen Nutzung von Biomasse inklusive biogener Abfälle (insbesondere Festbrennstoffe) in Entwicklungsländern - **land- und forstwirtschaftliche Potenziale**
- Abschätzung der Potenziale zur Erhöhung der Nutzungsgrade bei der Umwandlung von Primärenergieträgern in Nutzenergie (Konversionsanlagen im Haushalts-, Kleinverbraucher- und Industriebereich) - **technische Potenziale**
- Joint Implementation und Clean Development Mechanism: Ziele, Struktur, Nutzung und Entwicklungsmöglichkeiten der gemeinsamen Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen - **politische Potenziale**
- Untersuchung der **nicht technischen Hemmnisse und Umsetzungsrestriktionen** sowie der politischen und ökonomischen Rahmenbedingungen, die für eine verstärkte und verbesserte Nutzung von Biofestbrennstoffen in den Entwicklungsländern von Bedeutung sind

- Abschätzung der **Umwelteffekte** und insbesondere der **CO<sub>2</sub>-Minderungspotenziale** einer verstärkten und verbesserten Nutzung von Biofestbrennstoffen in Entwicklungsländern
- Abschätzung der **ökonomischen Effekte** (u.a. Arbeitsplatzeffekte) auf die Entwicklungsländer und auf die (kooperierenden) Industrieländer (insb. Bundesrepublik Deutschland)
- **Fallstudien** zur energetischen Nutzung land- und forstwirtschaftlicher Biofestbrennstoffe - Stand, Entwicklungspotenziale, Barrieren und Folgen (zwei bis drei Entwicklungsländer)
- **Handlungsoptionen** für die Entwicklungs-, Klimaschutz-, Forschungs- und Technologiepolitik

## 6.2 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, in dem Chancen und Probleme einer verstärkten Nutzung biogener Energieträger in Entwicklungsländern untersucht sowie Gestaltungsmöglichkeiten der Entwicklungs-, Klimaschutz-, Forschungs- und Technologiepolitik erarbeitet werden sollen. Dieses TA-Projekt



wurde vom **Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung** im Juni 1999 beschlossen. Die Projektbearbeitung begann im Oktober 1999.

### 6.3 Ergebnisse

Aus den vorbereitenden Untersuchungen liegen die nachfolgend zusammengefassten Ergebnisse vor.

#### *Energetische Nutzung von Ölpflanzen*

Weltweit gibt es ein breites Spektrum an ein- und mehrjährigen Ölpflanzen, die für einen Anbau in verschiedenen Klimazonen der Erde in Frage kommen. Zu den **wirtschaftlich bedeutendsten Öllieferanten** gehören die Sojapflanze, die Ölpalme, die Rapspflanze und die Sonnenblume. Sojabohnen werden in den USA, in Südamerika (Brasilien, Argentinien), im Fernen Osten (China) und in Südeuropa angebaut. Palmöl wird in der Hauptsache in den tropischen und subtropischen Gebieten Südostasiens (Malaysia, Indonesien) und daneben in Afrika (Nigeria) und Südamerika (Kolumbien) produziert. Die Rapspflanze ist in den temperierten Klimazonen von Kanada, Mitteleuropa, China und Indien zu Hause; die Sonnenblume wird größtenteils in Südeuropa, Südafrika und Argentinien angebaut.

Der Verbrauch an pflanzlichen Ölen (bezogen auf die 11 wichtigsten Pflanzenöle) hat sich zwischen 1980 und 1997 von rd. 38 Mio. t auf ca. 77 Mio. t verdoppelt. Bis zum Jahr 2005 wird mit einer auf über 100 Mio. t steigenden Nachfrage nach pflanzlichen Ölen gerechnet. Diese Schätzung bezieht sich ausschließlich auf den **Bedarf an Pflanzenölen für die Nahrungsmittelproduktion und den chemisch-technischen Bereich**.

Das aus den Pflanzen gewonnene Öl kann aber auch als **Ersatz für fossile Energieträger** genutzt werden. Hierdurch kann die Freisetzung anthropogener CO<sub>2</sub>-Emissionen verringert werden. In ariden Regionen beispielsweise kann das Öl der Purgierruss zum Antrieb von Dieselmotoren und als Petroleumersatz erzeugt und eingesetzt werden. In tropischen Gebieten könnte überschüssiges oder minderwertiges Palmöl, das nicht als Nahrungsmittel oder Rohstoff für die oleochemische Industrie verkauft werden kann, zur energetischen Nutzung und damit zur CO<sub>2</sub>-Reduktion herangezogen werden.

Die **Gewinnung von Pflanzenöl** ist sowohl im klein- als auch im großtechnischen Maßstab möglich. Entsprechende Verfahren zur Ölgewinnung mit

Pressen haben sich in der Praxis bewährt und sind kommerziell verfügbar. Der **Einsatz der gereinigten Pflanzenöle** in pflanzenöлтаuglichen Motoren erscheint für die vergleichsweise bescheidenen wirtschaftlichen und technologischen Möglichkeiten von Entwicklungsländern gut geeignet. Dies gilt insbesondere für Regionen, in denen die Menschen aufgrund unzureichender Infrastruktur von den kommerziellen fossilen Energiemärkten abgekoppelt sind.

Die **Anpassung** der Eigenschaften **der Pflanzenöle** an die von Diesel über die **Umesterung** zu Pflanzenölmethylester ist ebenfalls eine kommerziell verfügbare Technik. Sie hat den Vorteil, dass der erzeugte Pflanzenkraftstoff in heute gängigen Dieselfahrzeugen eingesetzt werden kann. Die finanziellen bzw. technischen Möglichkeiten zur Errichtung und zum Betrieb einer großtechnischen Umesterungsanlage sind allerdings in den meisten Entwicklungsländern nicht vorhanden.

Deutlich anders ist die Situation im **südostasiatischen Raum**. Malaysia und Indonesien besitzen eine leistungsfähige, moderne **Palmölindustrie** mit einer Vielzahl an Ölmühlen und Raffinerien. Diese hat einen erheblichen Anteil an der Wirtschaftsentwicklung und Wertschöpfung sowie an den Ausfuhren und ist zu einem wichtigen Arbeitgeber und einer bedeutenden Einkommensquelle geworden.

In Malaysia wurde der Einsatz von Palmölmethylester als Dieselsubstitut erfolgreich demonstriert; die Markteinführung scheiterte jedoch an der mangelnden **Wettbewerbsfähigkeit** im Vergleich zu den niedrigpreisigen, teilweise subventionierten fossilen Kraftstoffen. Ebenso ist die direkte Anwendung pflanzlicher Öle als Kraftstoff in der Dritten Welt - von Entwicklungshilfeprojekten abgesehen - gegenwärtig nahezu bedeutungslos. Ursachen hierfür sind die relativ hohen Kosten der Pflanzenölerzeugung, die begrenzte Verfügbarkeit geeigneter Anbauflächen und die mangelnde Attraktivität im Vergleich zur Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln.

Die Höhe der **CO<sub>2</sub>-Reduktion** aus der Substitution fossiler Kraftstoffe durch pflanzliche Öle ist ganz entscheidend von der Pflanzenart, vom Produktionsverfahren incl. der Vorketten und von der jeweiligen Veränderung der Flächennutzung abhängig. Beispielsweise könnten durch den Anbau von Ölpflanzen auf marginalen, nicht pflanzenbaulich genutzten Flächen netto CO<sub>2</sub>-Emissionen verringert und positive regionale Effekte ausgelöst werden. Bei der Erzeugung von Palmöl auf gerodeten Regenwaldflächen wird dagegen zunächst mehr CO<sub>2</sub> freigesetzt, als durch die Substitution von Mineralölprodukten eingespart werden kann.

Der Anbau von Ölpflanzen zur CO<sub>2</sub>-Reduktion wird in der Dritten Welt zunächst keine tragende Rolle spielen, weil der Bedarf an Nahrungsölen weiter ansteigen wird. Ursachen hierfür sind die wachsende Weltbevölkerung und der höhere Pro-Kopf-Verbrauch an Nahrungsölen in den Schwellenländern, bedingt durch höhere Einkommen. Bereits heute ist rund ein Drittel der Weltbevölkerung mit Pflanzenölen unterversorgt, weil die Nachfrage nach Nahrungsfetten und -ölen nicht ausreichend gedeckt werden kann, aber auch aufgrund von Verteilungsproblemen. An dieser Situation wird sich auch durch Ertragssteigerungen wenig ändern, da die Verfügbarkeit fruchtbarer, für einen Ölpflanzenanbau geeigneter Böden begrenzt ist und gerade die ökonomisch benachteiligten Entwicklungsländer oftmals keinen Zugang zu ertragssteigernden Maßnahmen bzw. Techniken sowie dem benötigten Investitionskapital besitzen.

Vor dem Hintergrund dieser limitierenden Faktoren und angesichts der Verfügbarkeit kostenloser bzw. preisgünstiger organischer Ernte- und Produktionsrückstände als Energieträger erscheinen **die kurz- bis mittelfristigen Perspektiven eines Ölpflanzenanbaus zur Bereitstellung von biogenen Kraft- und Brennstoffen auf Pflanzenölbasis in Entwicklungsländern sowohl ökonomisch als auch ökologisch wenig aussichtsreich**. Allerdings ist zu beachten, dass es zwischen den Entwicklungsländern sehr große Unterschiede in der Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln und Energie gibt. Einzelne Schwellenländer sind ähnlich wie die Industriestaaten durchaus in der Lage, Ölpflanzen zur Erzeugung pflanzlicher Kraftstoffe für den Eigenbedarf oder den Weltmarkt anzubauen, sofern die ökonomischen Rahmenbedingungen (respektive der Preis für Rohöl) entsprechend sind.

#### *Nutzung von biogenen Festbrennstoffen*

Bei der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion fallen neben dem eigentlichen Hauptprodukt (z.B. Getreidekorn, Zuckerrohr) auch Nebenprodukte (z.B. Stroh, Blätter des Zuckerrohrs) an. Darüber hinaus werden bei der Weiterverarbeitung der Hauptprodukte Rückstände produziert wie z.B. Bagasse bei der Zuckerherstellung aus Zuckerrohr oder Reisspelzen bei der Reisweiterverarbeitung. Diese **agrarischen Ernte- und Produktionsrückstände** werden bereits jetzt teilweise einer weiteren, zumeist stofflichen Verwertung zugeführt (z.B. Stroh als Tiereinstreu oder für die Herstellung von Matten). Da es sich aber bei diesen meist festen Rückständen um eine zumindest für eine thermische Verwertung nutzbare Biomasse handelt, sind sie grundsätzlich auch als Energieträger einsetzbar.

In Entwicklungsländern wird nur rund ein Fünftel der **Holzproduktion** für die stoffliche Nutzung produziert, wohingegen die verbleibenden vier Fünftel als Brennholz entweder direkt oder nach einer Umwandlung als Holzkohle verfeuert werden. Grundsätzlich kann bei einem nachhaltigen Nutzungskonzept davon ausgegangen werden, dass die gesamte im Wald jährlich neu wachsende Biomasse energetisch genutzt werden kann. Eine stoffliche Nutzung kann sich auf sehr unterschiedliche Zeiträume (z.B. kurzfristig als Verpackungsmaterial oder langfristig als Baustoff) erstrecken.

Im Rahmen der vorbereitenden Untersuchungen sind das potenziell energetisch nutzbare Biomasseaufkommen und die derzeit durch verschiedene Biomassefraktionen bereitgestellte Nutzenergie (einschließlich der dadurch vermiedenen CO<sub>2</sub>-Emissionen) nach Großregionen (Afrika, Asien, Lateinamerika) quantifiziert worden. Weiterhin ist abgeschätzt worden, in welchem Umfang durch effizientere Nutzung und durch Erschließung bisher ungenutzter Biomasepotenziale der Einsatz biogener Festbrennstoffe in den nächsten ein bis zwei Jahrzehnten ausgedehnt werden könnte. Die nachfolgend zusammengefassten Ergebnisse sind nur grobe Schätzwerte, da die verfügbaren Daten mit erheblichen Unsicherheiten behaftet sind und eine Reihe vereinfachender Annahmen notwendig waren. Außerdem können in einzelnen Entwicklungsländern die Verhältnisse erheblich von den Großregionen abweichen.

In **Afrika** werden derzeit rund 8.743 PJ/a an biogenen Festbrennstoffen genutzt. Davon werden rund neun Zehntel in Haushalten und etwa ein Zehntel in der Industrie eingesetzt. Der überwiegende Teil davon ist Brennholz. Unter Berücksichtigung des geringen Nutzungsgrades (11 %) wird daraus eine Nutzenergie von rund 914 PJ/a bereitgestellt. Würde diese Nutzenergie durch fossile Energieträger bereitgestellt, entspräche dies einem Anteil von rund 21 %, bezogen auf den Primärenergieeinsatz an Erdöl, Erdgas und Kohle im Jahr 1997. Bedingt durch die niedrigen Nutzungsgrade bei der Konversion der Biomasse in Nutzenergie und durch die nicht nachhaltige Nutzung von Biomasseressourcen, werden dadurch nur rund 4 % der derzeitigen energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden. **In Afrika könnten durch einen verstärkten Biomasseinsatz, höhere Nutzungsgrade und eine nachhaltige Nutzung etwa 30 bis 50 % der gesamten CO<sub>2</sub>-Freisetzungen aus der derzeitigen Nutzung fossiler Energieträger eingespart werden.**

In den Entwicklungsländern **Asiens** werden rund 21.125 PJ/a an biogenen Festbrennstoffen genutzt. Im Unterschied zu Afrika werden in Asien aber zu einem deutlich größeren Anteil landwirtschaftliche Nebenprodukte und Rückstände eingesetzt. In Asien sind China mit rund 41 %, Indien mit ca. 38 % und

Indonesien mit etwa 9 % die drei größten Biomasseverbraucher. Durch diesen Biomasseeinsatz wird eine Nutzenergie in Höhe von rund 2.922 PJ/a bereitgestellt. Würde diese Nutzenergie durch fossile Energieträger bereitgestellt, entspräche dies einem Anteil der Biomasse am gesamten Energieeinsatz von rund 8,6 %, bezogen auf den derzeitigen Energieträgermix an Erdöl, Erdgas und Kohle in Asien (einschließlich Mittlerer Osten ohne Taiwan, Japan, Australien, Neuseeland). Dadurch werden rund 3 % der derzeitigen energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden. **In Asien könnten durch einen verstärkten Biomasseeinsatz, höhere Nutzungsgrade und eine nachhaltige Nutzung etwa 7,5 bis 15 % der gesamten CO<sub>2</sub>-Freisetzungen aus der derzeitigen Nutzung fossiler Energieträger eingespart werden.**

In den Ländern **Lateinamerikas und der Karibik** werden knapp 2.800 PJ/a an biogenen Festbrennstoffen genutzt. Davon werden jeweils etwa die Hälfte in der Industrie und in den Haushalten eingesetzt. Bei den landwirtschaftlichen Nebenprodukten und Rückständen handelt es sich im wesentlichen um Bagasse. Aus diesem Biomasseeinsatz resultiert (unter Berücksichtigung der Nutzungsgrade) eine Nutzenergie von rund 350 PJ/a. Würde diese Nutzenergie durch fossile Energieträger bereitgestellt, entspräche dies einem Anteil von rund 6,1 % (derzeitiger Energieträgermix), bezogen auf den Energieeinsatz an Erdöl, Erdgas und Kohle in Lateinamerika und der Karibik im Jahr 1997. Dadurch werden nur rund 2 % der derzeitigen energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden, bedingt durch die niedrigen Nutzungsgrade bei der Konversion der Biomasse in Nutzenergie und durch die nicht nachhaltige Nutzung von Biomasseressourcen. **In Lateinamerika (einschließlich Karibik) könnten durch einen verstärkten Biomasseeinsatz, höhere Nutzungsgrade und eine nachhaltige Nutzung etwa 45 bis 90 % der gesamten CO<sub>2</sub>-Freisetzungen aus der derzeitigen Nutzung fossiler Energieträger eingespart werden.**

Eine verstärkte Nutzung der Biomasse, insbesondere durch verbesserte Nutzungstechniken, könnte signifikant zur **Reduktion der** (anthropogenen, klimawirksamen) **CO<sub>2</sub>-Emissionen** beitragen. Dies ergibt sich einerseits durch den dadurch bedingten Mindereinsatz an fossilen Energieträgern und die damit vermeidbaren CO<sub>2</sub>-Emissionen. Andererseits wird ein erheblicher Anteil der in Entwicklungsländern zur Deckung der Energienachfrage eingesetzten Biomasse durch eine Übernutzung der vorhandenen Ressourcen gewonnen (d.h. durch eine "nicht nachhaltige" Nutzung beispielsweise der vorhandenen Wälder). Dies bewirkt eine Degradation der natürlichen Ressourcen und einen Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Atmosphäre, da ein Teil der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus

der Nutzung dieser Biomassen nicht mehr in den kurzfristigen Kohlenstoffkreislauf eingebunden ist.

Aufgrund der derzeit meist sehr geringen Nutzungsgrade ist eine **effizientere Nutzung der Biomasse** mit den in den Ländern der westlichen Welt vorhandenen Technologien prinzipiell möglich. Diese müsste jedoch in vielen Fällen an die Rahmenbedingungen in den Entwicklungsländern angepasst werden. Abgesehen von der Bereitstellung des dafür benötigten Kapitals stellen allerdings teilweise vorhandene Akzeptanzprobleme, die mangelnde Ausbildung des Bedienungspersonals sowie ungünstige strukturelle, ökonomische und politische Rahmenbedingungen unter Umständen erhebliche Barrieren dar.

Durch eine verstärkte und insbesondere effizientere und "nachhaltige" Nutzung von Biomasse als Energieträger könnte neben einem teilweise erheblichen Beitrag zur Reduktion der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen eine **Stärkung der Volkswirtschaften der Entwicklungsländer** - durch eine Verringerung der Importe an fossilen Energieträgern und den Aufbau einer entsprechenden Industrie zur Herstellung, zum Vertrieb und zur Wartung von effizienteren und an die Bedingungen vor Ort angepassten Feuerungsanlagen - erreicht werden. Außerdem könnte durch eine effizientere Nutzung eine nachhaltigere Bewirtschaftung der natürlichen Ressourcen (u.a. Waldressourcen) erreicht werden, was ebenfalls positive Folgen für die jeweiligen Volkswirtschaften hätte.

Für die **Bundesrepublik Deutschland** können ebenfalls **positive volkswirtschaftliche Effekte** wie die Schaffung von neuen Absatzmärkten für angepasste Feuerungsanlagentechnik, einschließlich sämtlicher zusätzlich benötigter Technologien (z.B. bei der Biomasseproduktion, bei der Bereitstellung), erwartet werden.

Vor diesem Hintergrund bietet sich für die Bundesrepublik Deutschland die Option, im Rahmen von **Clean Development Mechanismen** eine effizientere Nutzung biogener Festbrennstoffe in den Ländern der Dritten Welt durch monetäre und andere Hilfe in einem signifikanten Ausmaß zu unterstützen. Erhebliche und vergleichsweise einfach erschließbare Potenziale (s.o.) sind hierfür vorhanden. Es ist zu erwarten, dass mit solchen Maßnahmen substantielle Reduktionen der anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen zu deutlich geringeren Kosten als in Deutschland möglich sind, da im Vergleich zu den Ländern der Dritten Welt Deutschland über ein deutlich effizienteres Energiesystem verfügt. Prinzipiell könnten derartige Maßnahmen für beide Seiten mit einer Reihe von Vorteilen verbunden sein.

## 6.4 Publikationen und Materialien

### *In Auftrag gegebene Gutachten*

- 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)

## 6.5 Projektbearbeiter

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

## 7. Tourismus in National- und Naturparken

### 7.1 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 in Deutschland - im Sinne einer innovativen und nachhaltigen Regionalentwicklung - 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 Kultur-) Landschaft 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 Perspektiven 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

## 7.2 Stand der Arbeiten

Die Bearbeitung des Projektes wurde im Herbst 1999 begonnen. Im Rahmen des Projektes soll zunächst eine Bestandsaufnahme vorliegender Informationen in Form von Literaturanalysen und ggf. Expertengesprächen erarbeitet werden. Eine nach einer ersten Projektphase vorzulegende Vorstudie soll den Kenntnisstand zum Thema in strukturierter Form zusammenstellen. Die Vorstudie soll zugleich als Grundlage für die Entscheidung durch die Berichterstatterinnen und Berichterstatter dienen, ob danach eine Fortführung und Vertiefung des Projektes (im Rahmen einer Hauptstudie) opportun ist.

Zum Ende des Berichtszeitraumes lagen drei der sechs Gutachten für die Vorstudie vor, so dass eine Auswertung durch das TAB erst im folgenden Berichtszeitraum erfolgen wird. Die erste Phase des Projektes soll mit der Vorlage einer Vorstudie im Herbst 2000 abgeschlossen werden.

## 7.3 Publikationen und Materialien

### *In Auftrag gegebene Gutachten*

- Die Entwicklung des Tourismus in Großschutzgebieten - bestehende Rahmenbedingungen, Folgen, Chancen, Gestaltungsmöglichkeiten und Konflikte (Dr. Ursula Diepolder, Büro für Landschaftsökologie, Hohenau und Dr. Mathias Feige, Deutsches Wirtschaftswissenschaftliche Institut für Fremdenverkehr e.V. an der Universität München, dwif-Büro Berlin)

- Materialsammlung *Tourismus in Großschutzgebieten* (Ruggero Schleicher, EURES-Institut für regionale Studien in Europa, Freiburg)
- *Die Entwicklung des Tourismus in Großschutzgebieten Österreichs und der Ost-Alpen* (Dipl.-Ing. Christian Baumgartner, IITF/Institut für Integrativen Tourismus & Freizeitforschung, Wien)
- *Trends der touristischen Nachfrage und ihre Relevanz für den Tourismus in National-/Naturparken. Eine Literaturrecherche* (Dr. Wolfram Pfeiffer, IW-PU/Institut für Wirtschaftsanalyse, Personalentwicklung und Unternehmensberatung, Wolfen)
- *Kurzanalyse der Einbindung des Tourismus in Großschutzgebieten in Frankreich, Großbritannien sowie den Benelux-Staaten* (Dr. Martin L. Fontanari, ETI/Europäische Tourismus Institut GmbH an der Universität Trier)
- *Naturschutz und Tourismus. Auswertung beispielhafter Projekte* (Dipl.-Ing. Hartmut Rein, BTE/Büro für Tourismus und Erholungsplanung, Berlin und Prof. Dr. Scharpf, TU Berlin, Institut für Landschaftsentwicklung,)

## 7.4 **Projektbearbeiter**

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

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

# 8. **Entwicklungstendenzen von Nahrungsmittelangebot und -nachfrage und ihre Folgen**

## 8.1 **Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung**

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

Neben dem 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 neuartige Lebensmittel (Novel Food) haben bisher in der öffentlichen Diskussion zu Unrecht wenig Beachtung gefunden.

Mit der Novel-Food-Verordnung der EU (258/97/EWG) wurden erstmals bestimmte Lebensmittel und Lebensmittelzutaten unter einen Genehmigungsvorbehalt gestellt. Dies betrifft neben gentechnisch hergestellten Lebensmitteln auch andere neuartige Lebensmittel. Die Neuartigkeit wird sowohl gebrauchsbegrenzt - bisher noch nicht in der menschlichen Ernährung verwendet - als auch produktbezogen - neue Rohstoffquellen oder neue technologische Herstellungsverfahren - definiert. Beispiele für erstere wären neue Fettersatzstoffe, für letztere neue Konservierungsverfahren. Eine fortschreitende Verwissenschaftlichung der Nahrungsmittelherstellung, neue wissenschaftlich-technische Verfahren sowie wachsende Anforderungen an Qualität und Eignung werden voraussichtlich zu einem weiteren Bedeutungszuwachs der neuartigen Lebensmittel führen.

Funktionelle Lebensmittel (Functional Food) stellen eine Entwicklung im Grenzbereich zwischen Lebensmitteln und Arzneimitteln dar. Trotz einer Vielzahl von Auffassungen und Definitionen besteht weitgehend Konsens, dass es sich um Lebensmittel handelt, die positive Wirkungen auf die menschliche Gesundheit und das Wohlbefinden haben sollen. Der Begriff Lebensmittel beinhaltet, dass sie als regelmäßiger Bestandteil der normalen Kost bestimmt sind und sich daher von Spezialdiäten und Nahrungsergänzungsmitteln, die nur unter besonderen Umständen verzehrt werden sollen, abgrenzen lassen. Beispiele sind probiotische Joghurts und ACE-Drinks. Ausgehend von einem niedrigen Niveau wird für die Zukunft ein deutliches Wachstum erwartet. Durch Synergieeffekte zwischen Pharma-, Agro-, Gesundheits- und Ernährungssparten in "Life-Science"-Unternehmen könnten erhebliche Impulse für wissenschaftlich-technische Innovationen ausgehen.

Weitere Kategorien, die sich mit den zuvor genannten überschneiden können, sind Light-Produkte, sog. Convenience-Produkte oder "Designer food". In der Regel handelt es sich hier um neue Produkte, die unter Nutzung neuer Herstellungsverfahren erzeugt werden. Neben den etablierten konventionellen Nahrungsmitteln und denen aus ökologischem Anbau entsteht derzeit mit der Kennzeichnung gentechnisch veränderter Nahrungsmittel ein drittes Marktsegment, das auf eine bestimmte Form der landwirtschaftlichen Produktion verweist. Die Differenzierung und Neuentwicklung von Nahrungsmittelprodukten

stehen in enger Verbindung mit Veränderungsprozessen bei Nahrungsmittelverarbeitung, -vermarktung und -verbrauch.

Eine vergleichende Betrachtung der ökonomischen, ökologischen, gesundheitlichen und sozialen Auswirkungen der Entwicklungstendenzen bei Nahrungsmittelangebot und -nachfrage wird allgemein für dringend erforderlich gehalten, steht aber noch aus.

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

## 8.2 Stand der Arbeiten

Die Bearbeitung des Projektes wurde nach der Beauftragung durch den Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung im Oktober 1999 begonnen. Zunächst wird eine Vorstudie durchgeführt, um einen Überblick über das Themenfeld zu erhalten. Auf der Basis der Vorstudie soll dann ein Arbeitsprogramm für vertiefende Untersuchungen im Rahmen einer Hauptstudie entwickelt werden.

## 8.3 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, 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)

## 8.4 Projektbearbeiter

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

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

# 9. Elektrizitätsversorgung in Deutschland während eines Ausstiegs aus der Kernenergienutzung und danach

## 9.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Die Kernenergienutzung ist gegenwärtig eine wichtige Säule der deutschen Stromversorgung. Der Anteil des Atomstroms an der gesamten Stromerzeugung beträgt rund 30 %. Kernkraftwerke haben einen Anteil von etwa 18 % an der gesamten installierten Kraftwerksleistung in der Bundesrepublik.

Es ist ein politisches Ziel der Bundesregierung, die Nutzung der Kernenergie in Deutschland auslaufen zu lassen. Um dieses Ziel hat sich eine rege politische und öffentliche Debatte entwickelt, die deutlich macht, wie strittig diese Zielsetzung ist und wie komplex die damit verbundenen Fragestellungen sind. Auf Vorschlag der **Fraktion der F.D.P im AfBFTA** hat das TAB im Juli 1999 ein TA-Projekt zu dieser Problematik begonnen.

## 9.2 Stand der Arbeiten

In einer Vorstudie sollen zunächst vergleichende Analysen vorliegender Arbeiten zum Ausstieg aus der Kernenergienutzung und zu den Möglichkeiten der Stromeinsparung durchgeführt werden. Ein weiterer Schwerpunkt liegt bei der Untersuchung der technischen Herausforderungen durch neue Strukturen der Stromversorgung. Zu diesen drei Themenbereichen wurden Gutachten vergeben, die am Ende des Berichtszeitraumes noch nicht vorlagen.

### *Vergleichende Analyse vorliegender Studien zum Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie*

In jüngster Vergangenheit sind wieder zahlreiche Studien zu dem Thema "Auswirkungen eines Kernenergieausstiegs" veröffentlicht worden. Diese Studien unterscheiden sich in ihrem methodischen Ansatz, ihrer Vorgehensweise und ihrer analytischen Detailtiefe. Sie kommen mit ihren Ausstiegsszenarien daher zu zum Teil deutlich voneinander abweichenden Ergebnissen im Hinblick auf die energieseitigen, die gesamtwirtschaftlichen sowie die ökologischen Auswirkungen eines Ausstiegs aus der Nutzung der Kernenergie. Vor diesem Hintergrund ist es das Ziel dieser Arbeitsschwerpunkte, wichtige neuere Studien zum Kernenergieausstieg im Hinblick auf **Ausgangsannahmen und konzeptionell-methodisches Vorgehen** zu analysieren und zu bewerten. Darüber hinaus sind die Identifikation der in den Studien benannten **Umsetzungsprobleme** und ggf. die diesbezüglichen Lösungsmöglichkeiten Gegenstand der vergleichenden Analyse. Abschließend sollen auf der Basis der kommentierenden Synopse Vorschläge für eine methodisch adäquate Analyse verschiedener Auswirkungsbereiche eines Ausstiegs aus der Kernenergie skizziert werden.

### *Vergleichende Analyse vorliegender Arbeiten zu Potenzialen und Strategien der Einsparung elektrischer Energie in Deutschland*

In der Wissenschaft herrscht weitgehende Einigkeit darüber, dass ohne staatliche Eingriffe die Stromnachfrage in den nächsten Jahren moderat wachsen wird. Erwartete mittlere Wachstumsraten liegen in der Größenordnung von 1 % p.a. Zugleich ist unstrittig, dass bei der Stromanwendung - vor allem auch im Bereich der privaten Haushalte - noch Einsparpotenziale bestehen. In einigen "Ausstiegsstudien" wird die Einsparung elektrischer Energie als wichtige Säule von Strategien zum Ausstieg aus der Kernenergienutzung angesehen.

Hauptziel dieses Arbeitsschwerpunktes ist es, den aktuellen Stand der wissenschaftlichen Diskussion zu **technisch-wirtschaftlichen Potenzialen und Strategien zur Einsparung von Strom** darzustellen. Erschwert wird diese Betrachtung durch die seit 1998 wirksame **Liberalisierung des Strommarktes**, die in nahezu allen Projektionen noch nicht berücksichtigt ist. Durch das Aufzeigen methodischer und annahmebedingter Differenzen kann möglicherweise zu einer Versachlichung der öffentlichen Diskussion beigetragen werden. Neben breiten, sektoral vollständig erfassenden Projektionen oder Szenarien werden auch einzeltechnologische und sektorübergreifende Bereiche mit hoher strom-

wirtschaftlicher Bedeutung betrachtet, die Handlungsbedarf aufweisen ("Stand-by-Problematik" und Elektromotoren). Besonderes Augenmerk wird auf eine Darstellung von Maßnahmen und Maßnahmenbündeln zur Stromeinsparung gelegt.

#### *Technische Herausforderungen durch neue Strukturen der Stromversorgung*

In Fachdiskussionen um zukünftige Strukturen in der Elektrizitätsversorgung - und den Weg dorthin - wird des öfteren auf damit verbundene, **noch ungeklärte technische und organisatorische Fragestellungen** hingewiesen. Stichworte in diesem Zusammenhang sind etwa: das **notwendige Maß an Reservehaltung**, (notwendige und erreichbare) **Versorgungssicherheit bei verstärkter Nutzung neuer Energieträger** oder veränderten Versorgungsstrukturen sowie **potenzielle neue Abhängigkeiten** bei hohen Anteilen von zu importierenden leitungsgelassenen Energieträgern (Erdgas, Strom). In diesem Arbeitsschwerpunkt soll der Stand der Fachdiskussion zu diesen Fragestellungen dargestellt werden; wissenschaftlich oder politisch zu klärende Fragen sollen herausgearbeitet werden.

### **9.3 Publikationen und Materialien**

#### *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)



## 9.4 Projektbearbeiter/in

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

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

Torsten Fleischer (0 72 47/82 45 71)

# 10. Perspektiven regenerativer Energieträger

## 10.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Die heutigen Anteile regenerativer Energieträger an der öffentlichen Stromversorgung in Deutschland liegen summiert bei etwa 4%. Den Hauptanteil stellt dabei die Wasserkraft; die Anteile von Windkraft, Photovoltaik und Biomasse liegen zusammen genommen unter einem Prozent. Die öffentliche Stromversorgung wird zu wesentlichen Teilen (87% im Jahre 1998) durch die Nutzung von Braun- und Steinkohle sowie Kernenergie gesichert.

Angesichts des politisch anvisierten Ausstieges aus der Nutzung der Kernenergie ergäbe sich in Abhängigkeit vom Ausstiegsszenario eine Deckungslücke in der öffentlichen Stromversorgung. Dabei stellen regenerative Energieträger aus heutiger Sicht - trotz ihres momentan geringen Anteils - prinzipiell eine "ausbaubare Säule" zukünftiger Energieversorgung dar.

Auf Anregung der **Fraktionen von CDU/CSU und BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN im AfBFTA** sowie des **Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit** wird zunächst im Rahmen einer Vorstudie der aktuelle Stand der Diskussion zur verstärkten Nutzung regenerativer Energiequellen in Deutschland sowie zu deren Einbettung in übergreifende energie- und umweltpolitische Themenfelder dargestellt, und es werden kritische offene Fragen herausgearbeitet. Die Bearbeitung begann im Juli 1999 und erfolgt in enger thematischer Verflechtung mit dem Projekt "Elektrizitätsversorgung in Deutschland während eines Ausstiegs aus der Kernenergienutzung und danach".

## 10.2 Stand der Arbeiten

Eine komprimierte Darstellung des aktuellen Diskussionsstandes zum technisch-wirtschaftlichen Potenzial regenerativer Energieträger tangiert Themenbereiche

wie die Ressourcenproblematik fossiler Energieträger, nachhaltige Energieversorgung (z.B. Klimarelevanz) und die Gestaltung von Rahmenbedingungen zur Förderung des Einsatzes erneuerbarer Energien (z.B. Modelle zum Handel mit Strom aus erneuerbaren Energien). Zur Bearbeitung des Projektes wurden zu den folgenden drei wesentlichen Themenbereichen Gutachten vergeben.

#### *Potenziale und Perspektiven regenerativer Energieträger*

Im Vordergrund der Betrachtung steht eine nationale Eigenversorgung mit regenerativ erzeugten Sekundärenergieträgern (hier primär Strom). Das Ziel der Studie besteht zunächst in der Herausarbeitung des **technischen** Substitutionspotenzials erneuerbarer Energieträger. Der Vergleich von Ergebnissen vorliegender Potenzialstudien soll u.a. zugrunde liegende Annahmen sowie die zeitliche Verfügbarkeit der Leistung miteinbeziehen.

Ein wesentliches Kriterium ist die Berücksichtigung einer "angemessenen" Versorgungssicherheit, ein anderes die Frage nach der Verfügbarkeit von Anlagen für regenerative Energieträger im Vergleich zu solchen für fossile Energieträger. Die Untersuchung von wirtschaftlichen Grenzen der verstärkten Nutzung regenerativer Energiequellen wird vorerst zurückgestellt; sie könnte Gegenstand einer möglichen Hauptstudie sein.

Eine zentrale technische Frage ist die der Integration des regenerativ bereitgestellten Sekundärenergieträgers in bestehende Erzeugungs- und Übertragungsstrukturen. Dies schließt Fragen nach technischen Grenzen großräumiger Stromtransporte, einem möglichen Zusatzaufwand bzw. eventuell notwendigen Strukturveränderungen ein. Ergänzend erfolgt eine Zusammenstellung von FuE-Bedarf sowie flankierenden Handlungsoptionen.

#### *Integration regenerativer Energieträger in den liberalisierten Strommarkt*

In der Diskussion um die aktuellen umwelt- und energiepolitischen Rahmenbedingungen (z.B. Klimaschutzverpflichtungen) wird vielfach ein signifikanter Ausbau der Erzeugung sowie des Bezugs von Strom aus erneuerbaren Energieträgern gefordert. Ein Schlüsselaspekt im Hinblick auf Marktanteile regenerativ bereitgestellten Stroms ist die Art und Weise seiner Integration in den bestehenden, liberalisierten Strommarkt. Hierzu gibt es mittlerweile verschiedene Ansätze von staatlicher als auch von industrieller Seite (z.B. Stromeinspeisungsgesetz, "Green-pricing"-Modelle der Energieversorgungsunternehmen etc.).

Die Zielsetzung der Bearbeitung dieses Teilthemas besteht in einer vergleichenden Darstellung dieser verschiedenen Modelle des Handels mit Strom aus erneuerbaren Energieträgern. Im Vordergrund stehen dabei Fragen wie die der prinzipiellen Eignung ausgewählter Instrumente unter den Bedingungen des liberalisierten Marktes, die der anvisierten Lenkungswirkung und - soweit verfügbar - von Umsetzungserfahrungen aus der Praxis. Der Schwerpunkt liegt auf einer nationalen Betrachtung; sofern sinnvoll, werden auch internationale Erfahrungen mit einbezogen.

### *Begrenztheit von Ressourcen fossiler Energieträger*

Die öffentliche Diskussion um Reichweiten von Ressourcen fossiler Energieträger ist durch ständige Meldungen über neu entdeckte Erdöl- bzw. Erdgasfelder gekennzeichnet. Diese erwecken den Eindruck einer Entschärfung des Ressourcenproblems im Sinne eines weiteren "Herausschiebens des kritischen Zeitpunktes" - anders als in der Diskussion Anfang der 80er Jahre. Dabei werden Angaben zu Reichweiten fossiler Energieträger aus heutiger Sicht zumeist "nach oben korrigiert".

Bei dieser Diskussion um Reichweiten variieren veröffentlichte Aussagen deutlich, was u.a. auf das Zustandekommen der Ressourcenstatistik zurückführbar ist. Auch differierende Aussagen zu Explorationsentwicklungen, zu Reservelagern und zum Erreichen des Zeitpunktes, an dem die Hälfte der insgesamt förderbaren Menge an Öl oder Gas tatsächlich gefördert sein wird, sind auf unterschiedliche Methoden der Erfassung zurückzuführen.

Das Ziel besteht hier in der Aufarbeitung des aktuellen Standes der Diskussion über Reichweiten fossiler Energieträger in Wissenschaft und Öffentlichkeit. Dabei sollte eine differenzierte Betrachtung von konventionellen (z.B. Erdöl, Erdgas) und nicht-konventionellen (z.B. Ölschiefer, Methanhydrat auf dem Meeresboden) Rohstoffen erfolgen. Der Schwerpunkt liegt auf Erdöl und Erdgas.

## **10.3 Publikationen und Materialien**

### *In Auftrag gegebene Gutachten*

- 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, Ottobrunn)

## 10.4 Projektbearbeiter/in

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

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

Torsten Fleischer (0 72 47/82 45 71)

# 11. Folgen von Umweltschutz und Ressourcenschonung für Ausbildung, Qualifikation und Beschäftigung

## 11.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Die aktuellen Probleme des Arbeitsmarktes und der Beschäftigungspolitik sind Folge der wachsenden internationalen Konkurrenz sowie der Rationalisierung von Arbeitsprozessen durch den technischen Fortschritt. Neben einer Reduktion der Kosten für den Faktor Arbeit wird eine aktive Förderung von Innovationen als Weg zur Lösung der Beschäftigungsprobleme gesehen. Nachdem Umweltschutz lange Zeit im Wesentlichen als Kostenfaktor galt, werden umweltpolitische Maßnahmen und umwelttechnische Innovationen zunehmend auch als Mittel zur Schaffung neuer Arbeitsplätze gesehen. In der Diskussion um die ökologische Steuerreform sind Arbeitsmarkt- und Umweltpolitik direkt miteinander verzahnt. Das TAB hat auf Vorschlag der **Arbeitsgruppe Forschung und Bildung der SPD-Fraktion** im September 1999 mit der Durchführung eines Projektes zum Thema "Folgen von Umweltschutz und Ressourcenschonung für Ausbildung, Qualifikation und Beschäftigung" begonnen, um die

umweltpolitischen Möglichkeiten der Schaffung von Arbeitsplätzen und die entsprechenden Erfordernisse an Ausbildung und Qualifikation zu untersuchen.

## 11.2 Stand der Arbeiten

Für Zusammenhänge zwischen umweltpolitischen Maßnahmen und positiven Beschäftigungswirkungen finden sich in der Tat theoretische Anhaltspunkte und zahlreiche empirische Belege, so z.B. in den von der Wissenschaft intensiv untersuchten Themenbereichen "Nachhaltigkeit", "Beschäftigung durch Innovation" sowie "Umwelt und Innovation". Vielfach erkennbare positive Beschäftigungseffekte der Umweltpolitik in einzelnen Fallbeispielen lassen sich allerdings kaum zu einfachen Rezepten verdichten. Auch gibt es Indikatoren, die zu Skepsis Anlass geben und eine differenzierte Betrachtungs- und Herangehensweise ratsam erscheinen lassen.

In der ersten Phase des TA-Projektes geht 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. Ausgewählte internationale Studien sollen mit einbezogen werden. **Auf der Basis dieser vorläufigen Sichtung der Literatur wird über zu einem späteren Zeitpunkt in einer Hauptstudie eventuell vertiefend zu untersuchende Fragen entschieden werden.** Die Aufarbeitung des Standes der Forschung hat das TAB in vier Arbeitspakete aufgegliedert, zu denen Gutachten an für die Diskussion um Umweltschutz und Beschäftigung einschlägige Institute vergeben wurden.

### *Synopse von Untersuchungen zur Beschäftigungswirkung von Umweltpolitik und Umwelttechnik*

Es liegt eine Reihe von Studien vor, die ausgehend von unterschiedlichen theoretischen Annahmen und mit unterschiedlichen Modellen und Methoden versuchen, die durch Umweltschutz induzierte Zahl von Arbeitsplätzen zu erheben und/oder die Beschäftigungswirkungen von Umweltschutzmaßnahmen zu prognostizieren. Erarbeitet werden soll eine kritisch kommentierende Übersicht über methodische Ansätze und Ergebnisse derzeit vorliegender Studien. Zu klären sind insbesondere die methodischen Ursachen unterschiedlicher

Angaben zu Arbeitsplätzen im Umweltschutz und zum Arbeitsplatzpotenzial von Umweltschutzmaßnahmen, um Defizite der Forschung und Möglichkeiten einer verbesserten Modellierung aufzuzeigen.

Die Aufarbeitung der Literatur soll in eine vergleichende Darstellung vorliegender Erhebungen und Prognosen zu den Arbeitsmarktwirkungen von Umweltschutzmaßnahmen differenziert nach den zugrundeliegenden Grundannahmen und berücksichtigten Rahmenbedingungen (z.B. technologische und demografische Entwicklung, Entwicklung der Nachfrage nach ressourcenschonenden Dienstleistungen, Produkten und Verfahren), den verschiedenen Instrumenten der Umweltpolitik (ordnungsrechtliche, ökonomische und förderpolitische Instrumente), unterschiedlichen Branchen und Sektoren münden. Von besonderem Interesse ist eine Differenzierung der vorliegenden Ergebnisse nach Art und Qualifikationsniveau der durch verschiedene Umweltschutzmaßnahmen entstehenden Arbeitsplätze bzw. Berufsbilder und den sich hieraus ergebenden Anforderungen an die Ausbildung.

#### *Dimensionen und Ursachen der Beschäftigungskrise*

Um die Beschäftigungswirkungen umweltpolitischer Maßnahmen zu bewerten, sind der Kontext oder die Rahmenbedingungen zu untersuchen, in denen sich eine aktiv auf Beschäftigung zielende Umweltpolitik bewegt. Als Ursachen der gegenwärtigen Beschäftigungskrise werden Aspekte wie die zunehmende internationale Konkurrenz um Märkte, die Kosten des Faktors Arbeit oder die Rationalisierung durch technischen Fortschritt gehandelt. Die verschiedenen theoretischen Ansätze zur Erklärung von Arbeitsmarktproblemen und Vorschläge zur Behebung der Beschäftigungskrise sind zu beleuchten, wobei umweltökonomische Ansätze besonders zu beachten sind (z.B. das Konzept der Ressourcenproduktivität). Erarbeitet werden soll ein Überblick über den Stand der Diskussion und die aktuellen Strukturen sowie die mögliche zukünftige Entwicklung des Arbeitsmarktes (Beschäftigung und Qualifikationen). Hierauf bezogen sollen Schlüsse hinsichtlich der Potenziale und Grenzen einer arbeitsmarktpolitisch orientierten Umweltpolitik gezogen werden. Besonders beachtet werden soll dabei die Frage nach den zu erwartenden Qualifikationsmerkmalen neuer Arbeitsplätze.

*Umweltpolitische Instrumente und Beschäftigungswirkungen*

Ziel dieses Untersuchungsbereiches ist eine Bewertung der beschäftigungspolitischen Wirksamkeit verschiedener umweltpolitischer Instrumente (ordnungsrechtliche, ökonomische, förderpolitische Instrumente, freiwillige Selbstverpflichtung). Hierbei muss Bezug genommen werden auf die Ergebnisse vorliegender empirischer Untersuchungen und Prognosen zu den Arbeitsmarktwirkungen von Umweltschutzmaßnahmen. Im Zentrum steht aber die Diskussion der Reichweite, Grenzen und spezifischen Wirkungen der verschiedenen Instrumente vor dem Hintergrund von Annahmen aus der ökonomischen Theorie und von Einsichten aus der Policy Analyse, der Arbeitsmarktforschung und insbesondere der Innovationsforschung.

*Konzepte nachhaltiger Entwicklung und Beschäftigung*

Die Diskussion um das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung hat eine Reihe von Studien zur Operationalisierung des Leitbildes für verschiedene gesellschaftliche Bedürfnisfelder hervorgebracht. Neben dem Aspekt des Umwelt- und Ressourcenschutzes betonen solche Studien in der Regel auch die ökonomische und soziale Dimension von Nachhaltigkeit und integrieren so ökologische und ökonomische Aspekte. Erarbeitet werden soll ein Überblick über die Ansätze zur Operationalisierung des Leitbildes unter beschäftigungspolitischen Gesichtspunkten: Inwiefern werden Arbeitsmarktprobleme in den vorliegenden Studien berücksichtigt und welche Konzepte zur Lösung von Problemen des Arbeitsmarktes (von eher konventionellen umweltpolitischen Maßnahmen bis hin zu neuen Wohlstands- und Arbeitsmodellen) werden im Rahmen der Diskussion um nachhaltige Entwicklung vorgelegt? Darüber hinaus sollen zwei für die deutsche Diskussion um nachhaltige Entwicklung wichtige Studien - Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" und die "Wuppertal-Studie" - genauer auf die beschäftigungspolitischen Implikationen der formulierten Nachhaltigkeitsziele oder -szenarien untersucht werden.

Die Ergebnisse der Vorstudie werden voraussichtlich Ende 2000 vorliegen. Eine Auswertung der Ergebnisse durch das TAB soll Aufschluss über die in einer Hauptstudie vertiefend zu untersuchenden Aspekte ergeben.

### 11.3 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)

### 11.4 Projektbearbeiter

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



## IV. Monitoring-Vorhaben

### 1. Nachwachsende Rohstoffe

#### 1.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Das Monitoring-Vorhaben "Nachwachsende Rohstoffe" wurde Ende 1995 begonnen. Seine Zielsetzung besteht in der Darstellung von aktuellen und wichtigen wissenschaftlich-technischen Entwicklungen auf dem Gebiet der nachwachsenden Rohstoffe sowie möglichen, damit zusammenhängenden ökonomischen, ökologischen und gesellschaftlichen Veränderungen. Der erste Sachstandsbericht dieses Monitoring-Vorhabens beschäftigt sich mit der **"Verbrennung von Biomasse zur Wärme- und Stromerzeugung"** (TAB-Arbeitsbericht Nr. 41), der zweite mit der **"Vergasung und Pyrolyse von Biomasse"** (TAB-Arbeitsbericht Nr. 49) und der dritte mit dem Thema **"Pflanzliche Öle und andere Kraftstoffe aus Pflanzen"** (TAB-Arbeitsbericht Nr. 53).

#### 1.2 Stand der Arbeiten

Mit dem TAB-Arbeitsbericht Nr. 61 **"Einsatz nachwachsender Rohstoffe im Wohnungsbau"** wurde im Juli 1999 der vierte Sachstandsbericht vorgelegt. Der Bericht gibt einen Überblick über den Stand und die Perspektiven des Einsatzes von nachwachsenden Rohstoffen im Wohnungsbau. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf den technischen, ökologischen, ökonomischen und rechtlichen Aspekten der Bereitstellung von Dämmstoffen, die aus heimischen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen erzeugt werden können. Im Folgenden werden die wesentlichen Resultate dieses ersten Sachstandsberichtes zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe wiedergegeben.

Die letzten Jahrzehnte waren im Bauwesen durch die Weiterentwicklung und den zunehmenden Einsatz technisch hergestellter Baustoffe gekennzeichnet. Diese zeichnen sich vielfach durch hohe Funktionalität und Leistungsfähigkeit, gute Handhabbarkeit und Dauerbeständigkeit sowie lange Lebensdauer und niedrige Preise aus. Dies führte dazu, dass **der im Wohnungsbau früher sehr verbreitete Einsatz natürlicher Rohstoffe stark zurückgedrängt wurde**. Die allgemeine positive Grundeinstellung gegenüber den modernen Produkten hat

sich in den vergangenen Jahren etwas gewandelt. Die Bauherren von heute erwarten bei Neubau oder Umbau auch Informationen zu Energie, Ökologie und Gesundheit. Im Unterschied zur bisher oft einseitigen Orientierung auf die Investitionsphase wird dabei zunehmend der vollständige Lebenszyklus der Bauwerke berücksichtigt. Die Bauherren reagieren so auf aktuelle Anforderungen zur Sicherung einer nachhaltigen Entwicklung auch im Gebäudesektor.

Ein Grund für diese Entwicklung ist die Erkenntnis über das Aufkommen an nicht bzw. kaum wiederverwertbaren Abfällen beim Bauen bzw. späteren Abriss des Wohngebäudes. Entscheidender sind jedoch die Diskussionen über die **möglichen gesundheitsbeeinträchtigenden Wirkungen von Baustoffen und -produkten** bzw. darin enthaltenen Zusätzen (z.B. Formaldehyd). Diese haben zu einer Sensibilisierung gegenüber chemischen Verbindungen in der Gebäudehülle geführt. Vor diesem Hintergrund ist es verständlich, dass vor allem im Bereich des Innenausbaus nach natürlichen, gesundheitlich unbedenklichen Baustoffen und Bauprodukten verlangt wird.

Die **Palette an nachwachsenden Rohstoffen, die als Baustoffe bzw. Bauhilfsstoffe genutzt werden können, ist groß**. Sie reicht von lignocellulose- und faserhaltigen Pflanzen (z.B. Schilfrohr, Flachs, Hanf) über Ölpflanzen (z.B. Öllein, Raps) bis zu Stärkepflanzen (z.B. Kartoffeln) und Färberpflanzen (z.B. Färberwaid). Nachwachsende Rohstoffe sind im Wohnungsbau vielseitig einsetzbar. Sie eignen sich zur Herstellung von Wänden und Bauelementen (z.B. Fenster), zur Dacheindeckung und Bewehrung in Baustoffen, als Dämmstoffe (Wärme-, Schall- und Feuchteschutz), Fußbodenuntergrund oder Bodenbelag, zur Herstellung von Anstrichen und Farben oder als Bauhilfsstoffe (z.B. Schalöle). Sie können als eigenständiger Baustoff, in Verbindung mit anderen Materialien oder als Ausgangsbasis für andere Produkte verwendet werden.

Von quantitativer Bedeutung ist der Einsatz nachwachsender Rohstoffe derzeit nur im Bereich der **Wärmedämmung**. Der Anteil der Dämmstoffe aus biogenen und anderen alternativen Materialien ist in den vergangenen Jahren langsam, aber kontinuierlich auf 3 bis 5 % des Dämmstoffmarktes angewachsen. Auslöser hierfür sind die Vorgaben der Wärmeschutzverordnung und die Diskussionen über die gesundheitlichen Risiken eines Einsatzes von Mineralwolle-Dämmstoffen. Dämmstoffe aus Flachs, Altpapier oder Schafswolle haben eine gute, mit Mineralwolle vergleichbare Wärmedämmfähigkeit. Sie können die in der Wärmeschutzverordnung geforderten maximalen Wärmedurchgangskoeffizienten (k-Werte) ohne räumlichen Mehrbedarf erreichen. Bei anderen nachwachsenden Dämmstoffen aus gröberen Fasern (z.B. Hanf) sind dafür

teilweise höhere Materialdicken oder eine vorhergehende chemisch-technische Aufarbeitung der Fasern erforderlich.

Angesichts der bevorstehenden Verschärfung der Anforderungen an den Wärmeschutz von Bauteilen im Rahmen der geplanten Energieeinsparverordnung kann in den nächsten zehn Jahren mit einem **erheblichen Anstieg des Absatzes an Wärmedämmstoffen aus alternativen Materialien** gerechnet werden. Der zu erwartende Zuwachs dürfte allerdings in erster Linie den etablierten preisgünstigen Dämmstoffen mit guten Wärmedämmeigenschaften aus Recyclingmaterialien (z.B. Altpapier) sowie forst- und landwirtschaftlichen Produktionsrückständen (z.B. Restholz) zu gute kommen. Pflanzenfasern und andere Dämmstoffe aus speziell angebauten nachwachsenden Rohstoffen werden aufgrund der deutlich höheren Kosten dagegen keinen großen Marktanteil erzielen können.

Trotz des erkennbaren Trends zum kostengünstigen Bauen wächst das Interesse und die Bereitschaft, gesundheitsverträgliche und umweltschonende Baustoffe und -produkte einzusetzen und dafür auch mehr Geld auszugeben. Wer allerdings für alternative Baustoffe und Bauprodukte deutlich mehr bezahlen muss als für konventionelle, dessen Entscheidung orientiert sich dann doch zwangsläufig am Preis. Ökologische Aspekte bleiben dabei auf der Strecke. Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen werden demnach in der Ökonomie bleiben, wenn es nicht gelingt, diese **preisgünstiger** anzubieten. Die Kosten für die Wärmedämmung mit Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen werden bestimmt durch die technisch und finanziell aufwendigen Verfahren der Rohstoffverarbeitung, der Dämmstoffherstellung und des Dämmstoffeinsbaus. Aber auch die Preise für die Rohstoffe selbst, die zwischen 10 bis 25 % der gesamten Produktionskosten ausmachen, spielen dabei eine Rolle. Da die Rohstoffkosten durch züchterisch-technische Fortschritte nur bedingt gesenkt werden können, dürften die Absatzchancen zumindest für landwirtschaftliche Hauptprodukte (Flachs- und Hanffasern) begrenzt bleiben.

Die Eigenschaften nachwachsender Baustoffe und -produkte, biologisch abbaubar zu sein und ohne starke Veränderung der Wärmeleitfähigkeit große Mengen an Feuchtigkeit aufnehmen und abgeben zu können, gelten als Vorteile. Damit verbunden sind jedoch auch mögliche nutzungstechnische Nachteile. Um die an sie gestellten Anforderungen an Wertbeständigkeit, Langlebigkeit, Feuchteverhalten und Brandschutz zu erfüllen, müssen Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen durch physikalische oder chemische Maßnahmen geschützt werden. Durch den **Zusatz an verschiedenen Schutzstoffen** (z.B. Borate) kann die Entflammbarkeit und ein vorzeitiger mikrobieller Abbau durch

Fäulnis, Schimmelpilzbefall und Schädlingsfraß wirksam verhindert werden. Diese Zusätze können aber den Anspruch biologischer Bau- bzw. Dämmstoffe, insgesamt gesundheits- und umweltverträglicher zu sein als vergleichbare konventionelle Produkte, möglicherweise in Frage stellen. Unklarheit besteht insbesondere über den Einfluss der beigefügten Schutzsubstanzen auf die Verwertbarkeit der Baustoffe und Bauprodukte aus nachwachsenden Rohstoffen nach Beendigung ihrer Nutzungsphase. Hier besteht ein dringender Bedarf an wissenschaftlich fundierten, ganzheitlichen Untersuchungen zum Lebenszyklus der Baustoffe und -produkte aus technischer, ökonomischer und ökologischer Sicht.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass großes Interesse besteht, nachwachsende Rohstoffe im Wohnungsbau einzusetzen, dies bislang jedoch meist aus Kostengründen und infolge von Informationsdefiziten nur sporadisch erfolgt. Bei einigen Möglichkeiten der Verwertung von nachwachsenden Rohstoffen lassen sich durchaus Ansatzpunkte für eine breitere Verwendung im Wohnungsbau annehmen. Die Anzahl an Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen und anderen biogenen Materialien ist insbesondere im Bereich der Wärmedämmung fast unüberschaubar. Dies liegt zum einen an dem breiten Angebot an unterschiedlichsten Rohstoffquellen, die sich zur Herstellung von alternativen Baustoffen und Bauprodukten eignen. Zum anderen ist auch die Palette an Anwendungsmöglichkeiten und Einsatzgebieten sehr umfangreich.

Architekten, Bauingenieure und Bauhandwerker haben einen entscheidenden Einfluss auf die Produktauswahl. Sie werden eine Produktumstellung auf breiter Basis erst dann vollziehen, wenn sie überzeugt sind, dass die Neuen spürbare Vorteile - beispielsweise bei den Kosten oder in der Handhabung - mit sich bringen. Deshalb erscheint es wichtig, die Möglichkeiten vielversprechender Baustoffe und Bauprodukte aus nachwachsenden Rohstoffen zu demonstrieren und ihren Einsatz durch entsprechende Verwertungsstrategien zu fördern. Das bei den Entscheidungsträgern vielfach bestehende **Informationsdefizit** auf dem Gebiet der nachwachsenden Baustoffe könnte zum Beispiel durch die Bereitstellung einer Produktdatenbank im Internet verringert werden. Auch einfache, verständliche Entscheidungshilfen (z.B. Ökozeichen) können zur Bewusstseinsbildung und zur Marktöffnung für nachwachsende Baustoffe beitragen.

## 1.3 **Publikationen und Materialien**

### *TAB-Veröffentlichungen und Materialien*

- TAB-Arbeitsbericht Nr. 61: Monitoring "Nachwachsende Rohstoffe" - Einsatz nachwachsender Rohstoffe im Wohnungsbau. 4. Sachstandsbericht (Autorin: Ch. Rösch), Juli 1999

### *In Auftrag gegebene Gutachten*

- Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen im Wohnungsbau (Ingenieur- und Wirtschaftsakademie "Johann Beckmann" e.V., Wismar)

## 1.4 **Projektbearbeiter/in**

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

Dr. Christine Rösch (0 72 47/82 27 04)

## 2. **Functional Food - Funktionelle Lebensmittel**

### 2.1 **Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung**

Funktionelle Lebensmittel ("Functional food" oder auch "Nutraceuticals") stellen eine Entwicklung im Grenzbereich zwischen Lebensmitteln und Arzneimitteln dar. Die Bestandteile bzw. Inhaltsstoffe funktioneller Lebensmittel sind dahingehend verändert, dass der Verzehr dieser Lebensmittel - über Sättigung und normale Nährstoffzufuhr hinaus - positive Wirkungen auf die menschliche Gesundheit und das Wohlbefinden entfalten soll. Neben der Befriedigung individueller Verbraucherbedürfnisse nach gesundheitsfördernder Nahrung sollen funktionelle Lebensmittel gesamtgesellschaftlich zur Verringerung ernährungsbedingter Krankheiten beitragen und somit positive gesundheitspolitische wie gesamtökonomische Effekte bewirken. Vor allem in Japan und den USA haben funktionelle Lebensmittel in den vergangenen zehn Jahren eine zunehmende Bedeutung erlangt und wird ihre Verbreitung auch politisch gezielt gefördert.

## 2.2 Stand der Arbeiten

Das Monitoring-Vorhaben "Funktionelle Lebensmittel" wurde auf Beschluss der TA-Berichterstatterinnen und -Berichterstatter des **Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung** im September 1998 begonnen. Ziel war es, die Thematik unter folgenden Gesichtspunkten aufzuarbeiten und zu untersuchen:

- Inwieweit werden funktionelle Lebensmittel den Anspruch einlösen können, zum Erhalt und zur Steigerung der individuellen Gesundheit und damit zur Verminderung der Kosten im Gesundheitswesen beizutragen?
- In welchem Umfang eröffnen funktionelle Lebensmittel der Lebensmittelindustrie neue Entwicklungsmöglichkeiten?
- Welche Rahmenbedingungen und Voraussetzungen müssen dafür erfüllt sein?
- Welcher politische Handlungsbedarf ergibt sich daraus?
- Welche Empfehlungen lassen sich für die weitere Vorgehensweise im Rahmen von TA-Aktivitäten ableiten?

Das Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (FhG-ISI) wurde beauftragt, eine Grundlage für die Beantwortung dieser Fragen zu erarbeiten. Die Ergebnisse dieser Arbeit des FhG-ISI wurden in einem TAB-Hintergrundpapier dokumentiert. Die weitere Bearbeitung des Themas wurde - in Absprache mit den Berichterstatterinnen und Berichterstattern des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung - in das auf Anregung des Ausschusses für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten im September 1999 begonnene TA-Projekt "Entwicklungstendenzen bei Nahrungsmittelangebot und -nachfrage und ihre Folgen" integriert und dort weitergeführt.

Das Gutachten des FhG-ISI gibt einen Überblick zu Definition und begrifflicher Abgrenzung funktioneller Lebensmittel, beschreibt Stand und Perspektiven von Wissenschaft und Technik zur Bereitstellung und zum Wirksamkeitsnachweis von funktionellen Lebensmitteln sowie zu deren Potenzial zur Beeinflussung ernährungsabhängiger Krankheiten und behandelt wirtschaftliche und rechtliche Aspekte. Die Autoren sehen Bedarf an weitergehenden Untersuchungen, da das Thema gerade im deutschsprachigen Raum bislang nur wenig diskutiert worden sei. Gewünschte positive Gesundheitseffekte müssten aktiv herbeigeführt und in ein Public-Health-Gesamtkonzept integriert, mögliche unerwünschte Effekte in geeigneter Form vorab untersucht werden. Dies bedinge eine Erweiterung und Fortentwicklung des methodischen Repertoires

zur Überprüfung und Bewertung von Lebensmitteln. Auch in rechtlicher Hinsicht wird umfangreicher Handlungsbedarf gesehen, angefangen von einer verbindlichen Definition funktioneller Lebensmittel über eine grundlegende Klärung ihres Status im rechtlichen Spannungsfeld zwischen Arznei- und Lebensmittel(recht) bis hin zu Regelungen für die Vermarktung. Die Industrie scheint in Deutschland in technologischer Hinsicht noch nicht recht auf diese neue Entwicklung eingestellt zu sein. Allerdings hat das Thema seit Erarbeitung des Gutachtens eine erhöhte Aufmerksamkeit erfahren, u.a. im Zusammenhang mit der intensivierten Diskussion zur Genomforschung und ihrer Förderung, was sich auch in der großen Nachfrage - so aus sämtlichen Bereichen der deutschen Lebensmittelindustrie - nach dem TAB-Hintergrundpapier ausgedrückt hat.

## **2.3 Publikationen und Materialien**

### *TAB-Veröffentlichungen und Materialien*

- TAB-Hintergrundpapier Nr. 4: Functional Food - Funktionelle Lebensmittel. Gutachten im Auftrag des Deutschen Bundestages (Autoren: B. Hüsing, K. Menrad, M. Menrad, G. Scheef), September 1999

## **3. Gendiagnostik/Gentherapie**

### **3.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung**

Das internationale Projekt der vollständigen Sequenzierung des menschlichen Genoms steht Ende des Jahres 1999 kurz vor dem Abschluss. Es ist zu erwarten, dass sich mit den daraus ergebenden Erkenntnissen die Möglichkeiten der Diagnose von genetischen Merkmalen, die für die Entstehung von Krankheiten (mit)verantwortlich sind, immens erweitern werden. Zudem zeichnen sich technische Entwicklungen ab, die die Durchführung "genetischer Tests" in der medizinischen Praxis erheblich vereinfachen könnten (DNA-Chips). Damit eröffnet sich potenziell die Perspektive einer routinemäßigen Nutzung genetischer Tests in vielen medizinischen Praxisfeldern. Diese Perspektive und die bereits beim derzeitigen Stand der Nutzung genetischer Diagnostik zu verzeichnenden

medizinischen und ethischen Probleme sowie die vielfältigen Gefahren eines Missbrauchs sind der Anlass, dass sich das TAB auf Anregung der Berichterstatter für Technikfolgenabschätzung des **Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung** des Deutschen Bundestages (nachdem das TAB 1993 bereits einen Bericht zum Thema Genetische Diagnostik vorgelegt hatte) im Rahmen eines Monitoring im Berichtszeitraum erneut mit dem Thema "Stand und Perspektiven der Nutzung genetischer Tests" befasst.

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 ist 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.

## 3.2 Stand der Arbeiten

Die Auswertung der vergebenen und mittlerweile vorliegenden Gutachten zum Stand und den Perspektiven der Humangenomforschung sowie zu den verschiedenen praktischen Anwendungsfeldern genetischer Diagnostik wurde im Dezember 1999 abgeschlossen.

Mit der Sequenzierung eines Basis- oder Referenzgenoms wird das erklärte Ziel der internationalen Humangenomforschung, aus der Struktur des menschlichen Genoms die Funktion einzelner Gene aufzuklären, einen Schritt näher rücken, aber bei weitem noch nicht erreicht sein. 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 krankheitsverbundene genetische Varianten bedeutsam. Zur Aufklärung solcher Variationen und ihrer medizinischen Bedeutung wird zur Zeit international eine Reihe unterschiedlicher Forschungsstrategien verfolgt. Mit Fortschreiten des internationalen Humangenomprojektes 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.

**Die systematische Genomforschung insgesamt befindet sich somit in einem eher frühen Stadium.** Die auf dem Markt befindlichen Medikamente und Therapien sind jedenfalls zum ganz überwiegenden Teil noch keine aus dem eigentlichen HGP hervorgegangenen Produkte. Die konkretesten methodisch-technischen als auch "inhaltlichen" Anstöße bzw. Einflüsse sind auf den Bereich der Gendiagnostik erfolgt.

**Erhebliche Fortschritte sind bei der Diagnose von Infektions- und Tumorerkrankungen zu verzeichnen,** die bereits von großer praktischer Bedeutung sind. DNA-analytische Methoden haben einen umfangreichen Einzug im Bereich der **Erregerdiagnostik** gehalten und hier medizinisch vermutlich den bislang konkretesten Nutzen gebracht. Vielfältige Einsatzmöglichkeiten für DNA-Analysen gibt es auch bei der Differenzialdiagnose von Krebserkrankungen. Da jedes Krebsgeschehen mit der Veränderung auf der DNA-Ebene einhergeht, eignen sich Chromosomen- und DNA-analytische Methoden zur **Früherkennung, Verlaufsbeobachtung und Erfolgskontrolle von Behandlungen.**

Seit einigen Jahren taucht die sog. **Pharmako- und Toxikogenomik** als vielversprechendes Forschungs- und mögliches medizinisches Anwendungsfeld der Genomforschung in der fachwissenschaftlichen Diskussion auf. Ziel dieses Forschungsfeldes ist die Erfassung genetisch bedingter Unterschiede im Stoffwechsel von Medikamenten und Giftstoffen, um sie für eine Verbesserung von Prävention und Therapie zu nutzen. Die Vision pharmakogenetischer Forschung ist es, nach Analyse von genetisch bedingten Unterschieden in der Abbaufähigkeit oder Reaktion auf chemische Stoffe, Medikamente speziell für bestimmte Patientengruppen zu entwickeln oder aber unter den vorhandenen Medikamenten für jeden einzelnen Patienten die bestmöglichen, also maximal wirksamen, mit minimalen Nebenwirkungen verbundenen Pharmaka auszuwählen. Trotz des insgesamt noch geringen Wissensstandes zeigt die pharmazeutische Industrie ein großes Interesse, da in der Pharmakogenomik erhebliche **ökonomische Potenziale** stecken.

Im engeren Feld der genetischen Diagnostik ist es vor allem die **Diagnose multifaktorieller, durch mehrere Gene und Umwelteinflüsse bedingter Krankheiten,** auf die sich Hoffnungen, aber auch Befürchtungen richten. Die meisten der sogenannten Volkskrankheiten, Krebs-, Herz-Kreislauf-, Stoff-

wechsel- (u.a. Diabetes) und neurodegenerative Erkrankungen (Alzheimer), sind multifaktoriell bedingt. Es wird erwartet, dass die Erforschung des Human-genoms eine neue Erkenntnisdimension zur Rolle von Genen bei der Entstehung der genannten Krankheiten eröffnen wird. In der klinischen Praxis jedoch erfolgt eine Diagnostik menschlicher DNA nach wie vor ganz überwiegend zu monogenen Erbkrankheiten. Die Beispiele real genutzter Testmöglichkeiten bei multifaktoriellen Krankheiten beschränken sich bislang noch auf einige wenige, von denen der Nachweis der Brustkrebs verursachenden Mutationen in den BRCA-Genen und die Assoziation von sog. ApoE-Varianten mit einem Erkrankungsrisiko für Alzheimer die am häufigsten thematisierten sind. Insbesondere richten sich die Hoffnungen auf die Diagnostik genetischer Dispositionen für Krebserkrankungen.

Typisch für jede Form genetischer Diagnostik multifaktorieller Krankheiten bzw. Krankheitsdispositionen ist die **begrenzte Aussagekraft**, da nur ein erhöhtes Risiko für eine Erkrankung, nicht aber eine sicher Prognose möglich ist. Der Aussagegehalt einer typischen, aus Gentests resultierenden Information, dass nämlich das entsprechende genetische Merkmal bewirkt, dass der Patient bis zu einem bestimmten Alter mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit an der Krankheit x erkranken wird, erscheint zumindest dann sehr problematisch, wenn es keine verlässliche oder verträgliche Behandlungsmöglichkeit gibt.

Eine zukünftige Ausweitung genetischer Tests auf multifaktorielle Krankheitsdispositionen ist jedoch nicht unwahrscheinlich. Zum einen werden im Lauf der kommenden Jahre vermutlich zunehmend sinnvoll testbare, d.h. präventiv behandelbare, Dispositionen erforscht werden. Zum anderen muss realistischerweise damit gerechnet werden, dass sich auch weitgehend sinnlose Tests etablieren können. Erfahrungen aus der Vergangenheit zeigen, dass viele Diagnose- und Therapieverfahren angewendet (und auch von den Krankenkassen finanziert) werden, deren Sinn und Zweck nie wissenschaftlich einleuchtend begründet oder gar evaluiert worden ist.

Die Zahl der Krankheiten und Behinderungen, für die genetische Ursachen bekannt sind, ist in den letzten Jahren ständig gewachsen. In der Praxis humangenetischer Beratung an universitären Instituten und bei niedergelassenen Fachärzten für Humangenetik wird auch eine Reihe neuer genetischer Tests genutzt. Überwiegend handelt es sich dabei (noch) um Tests auf relativ seltene monogene Erbkrankheiten. In der Anwendung befinden sich aber auch genetische Tests auf Brustkrebs und die Alzheimersche Krankheit. Die Problematik der Nutzung solcher Tests, die lediglich ein erhöhtes Erkrankungsrisiko ausweisen können, wird von den Fachgesellschaften und der Bundesärztekammer intensiv

diskutiert, sind doch in der Regel keine sinnvollen oder - wie im Falle des Brustkrebses - nur drastische präventive Maßnahmen nach positiver Diagnostik vorhanden. **Es wird** in Fachkreisen allgemein **erwartet, dass das Angebot an prädiktiver Diagnostik für multifaktorielle Erkrankungen in Zukunft wachsen wird.** Damit werden sich vermehrt Fragen nach Sinn und Unsinn der Nutzung solcher Testangebote stellen. Wegen der begrenzten Aussagefähigkeit solcher Tests wird eine qualifizierte humangenetische Beratung für unverzichtbar gehalten.

Ob eine **qualifizierte Beratung** in Zukunft zu gewährleisten ist, ist fraglich, wenn sich die Testmöglichkeiten weiter ausweiten und die Tests technisch so einfach und billig werden, dass sie auch von Nichtfachärzten in Zusammenarbeit mit privaten Diagnoselabors durchgeführt werden können. Die technische Voraussetzung ist durch die Entwicklung der DNA-Chip-Technologie gegeben, die potenziell die Durchführung mehrerer hundert genetischer Tests in einem einzigen automatisierten Arbeitsschritt erlaubt. Ob sich genetische Tests als Routine in der allgemeinen ärztlichen (nicht humangenetischen) Praxis etablieren werden, ist angesichts des begrenzten Aussagewertes vieler Tests durchaus fraglich. Die aktuellen Probleme der Testpraxis lassen andererseits aber durchaus befürchten, dass sich eine am Prinzip "Was diagnostiziert werden kann, sollte auch diagnostiziert werden" orientierte Nutzung genetischer Tests etablieren könnte.

**Eine neue Anwendungsmöglichkeit hat sich der genetischen Diagnostik durch die In-Vitro-Fertilisation erschlossen.** Bei der sog. Präimplantationsdiagnostik (PGD) wird im Rahmen einer künstlichen Befruchtung eine genetische Untersuchung zur Feststellung von genetischen Abweichungen nicht am Fötus in utero, sondern an Eizellen oder an in vitro erzeugten Embryonen im Frühstadium der Embryonalentwicklung vorgenommen. Embryonen bzw. Eizellen, bei denen das gesuchte genetische Merkmal vorliegt, werden selektiert, und nur solche, die das gesuchte genetische Merkmal nicht aufweisen, werden in den Uterus der Frau transferiert.

Das Verfahren, das mittlerweile weltweit in mehreren hundert Fällen angewandt wurde, hat in Deutschland zu einer Diskussion um das Embryonenschutzgesetz geführt. War die PGD nach einhelliger Meinung bisher durch das Embryonenschutzgesetz verboten, so mehren sich in jüngster Zeit aus der Medizin Stimmen, die entweder die Einschlägigkeit der Bestimmungen des Gesetzes in Zweifel ziehen (womit die PGD erlaubt wäre) oder eine Revision des Gesetzes fordern (um die Durchführung einer PGD in Deutschland zu ermöglichen). Das Verfahren - so die Befürworter der PGD - könne es Eltern,

die um ihr genetisches Risiko wissen und (möglicherweise) bereits einen Schwangerschaftsabbruch nach positivem Ergebnis einer Pränataldiagnose haben durchführen lassen, ersparen, einen weiteren Schwangerschaftsabbruch vornehmen zu lassen. Kritiker der PGD verweisen auf die Schutzwürdigkeit des Embryos vor jeder Art der Manipulation und sehen in der PGD einen Einstieg in eine selektierende positive Eugenik.

Es muss damit gerechnet werden, dass **technische Fortschritte es ermöglichen werden, eine PGD zu einem Zeitpunkt der Entwicklung des Embryos durchzuführen, an dem die Bestimmungen des Embryonenschutzgesetzes nicht mehr greifen**. Es wird zu klären sein, ob die Ansprüche von Eltern mit bekanntem Risiko es rechtfertigen, den mit dem Embryonenschutzgesetz intendierten grundsätzlichen Schutz des menschlichen Embryos vor einem "verbrauchenden" Eingriff aufzugeben.

### 3.3 Publikationen und Materialien

#### *TAB-Veröffentlichungen und Materialien*

- L. Hennen, Th. Petermann, J. J. Schmitt: Genetische Diagnostik - Chancen und Risiken. Berlin 1996 (TAB-Arbeitsbericht Nr. 18)

#### *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)

### 3.4 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)

## 4. Sachstand zur Risikoabschätzung und zum Nachzulassungs-Monitoring transgener Pflanzen

### 4.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Während der **Anbau von gentechnisch veränderten landwirtschaftlichen Nutzpflanzen** wie Sojabohnen, Mais, Raps und Baumwolle insbesondere in den **USA** und **Kanada** erhebliche Anteile an der Anbaufläche erreicht hat, ist er in **Europa** nach wie vor vernachlässigbar. In der EU wurden bis November 1999 1.358 **Freisetzungen** insbesondere mit Mais, Raps, Zuckerrüben, Kartoffeln, Tomaten und Tabak beantragt. Ein erfolgreicher Abschluss der Versuchsphase der Freisetzung ist Voraussetzung für die Marktzulassung von Produkten, die gentechnisch veränderte Organismen enthalten. 35 Anträge sind in der EU bislang auf ein entsprechendes **Inverkehrbringen** gestellt worden. Ein kommerzieller **Anbau** gentechnisch veränderter Nutzpflanzen erfolgte bisher nur in sehr begrenztem Umfang in Spanien, Frankreich und Deutschland (vor allem 20.000 ha Bt-Mais 1998 in Spanien). Neben der gentechnischen Zulassung ist zusätzlich eine Zulassung als Sorte nach dem Saatgutverkehrsgesetz notwendig.

Mit der **Freisetzungs-Richtlinie** (90/220/EWG) besteht in der EU ein gemeinsamer Rechtsrahmen für Freisetzung und Inverkehrbringen gentechnisch veränderter Organismen. In den Mitgliedsstaaten haben sich aber unterschiedliche

Interpretationen und Handhabungen herausgebildet, insbesondere auf der Basis unterschiedlicher Risikoeinschätzungen. Es ist zu nationalen Alleingängen gegen EU-Entscheidungen (z.B. Österreich und Luxemburg bei Bt-Mais) gekommen. Seit April 1998 konnte keine EU-weite Zulassung mehr erteilt werden, weil die notwendigen Mehrheiten in den zuständigen Ausschüssen nicht zustande kamen. Für den landwirtschaftlichen Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen bestehen in Dänemark, Frankreich, Griechenland und Großbritannien De-facto-Moratorien.

Zunehmend wird ein **Nachzulassungs-Monitoring** gefordert bzw. diskutiert, d.h. eine ökologische Langzeitbeobachtung von gentechnisch veränderten Pflanzen nach ihrer Marktzulassung. Darin wird eine Möglichkeit gesehen, die Daten- und Bewertungsgrundlagen für Risikoabschätzungen zu verbessern, noch unerkannte Risiken frühzeitig erkennen sowie getroffene Entscheidungen ggf. korrigieren zu können. Nachdem sich das Umweltbundesamt seit Jahren mit der Konzeptentwicklung für ein Nachzulassungs-Monitoring beschäftigt, haben sich 1998 sowohl der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen als auch die Umweltministerkonferenz für eine Langzeitbeobachtung ausgesprochen. Auch die Pflanzenzüchter sind im September 1999, vertreten durch den Bundesverband BDP, die Deutsche Industrievereinigung Biotechnologie (DIB) und den Industrieverband Agrar (IVA), mit einem Vorschlag an die Öffentlichkeit getreten.

In der **Risikoabschätzung** spielen insbesondere folgende Fragen nach wie vor eine wichtige Rolle:

- Kreuzbarkeit (horizontaler Gentransfer) gentechnisch veränderter Sorten mit nicht gentechnisch veränderten Sorten oder verwandten heimischen Arten und Auswirkungen auf die biologische Vielfalt,
- gentechnisch erzeugte Insektenresistenz durch B.t.-Toxin und ihre Auswirkungen auf die Resistenzentwicklung bei Schädlingen,
- Antibiotikaresistenz (als Markergen) in gentechnisch veränderten Pflanzen, ihre Bedeutung für die Entwicklung von Antibiotikaresistenzen bei Krankheitserregern und ihre Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit,
- Entwicklung geeigneter Testverfahren, um die gesundheitliche Unbedenklichkeit von gentechnisch veränderten Nahrungsmitteln festzustellen,
- Einbeziehung der Abschätzung von Sekundäreffekten (z.B. Veränderungen der landwirtschaftlichen Anbaupraxis) und des Nutzens gentechnisch veränderter Pflanzen.

## 4.2 Stand der Arbeiten

Auf Vorschlag des **Ausschusses für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten** wird ein Sachstandsbericht zur Risikoabschätzung und zum Nachzulassungs-Monitoring bis zum Herbst 2000 erarbeitet. Insbesondere interessieren dabei

- der Stand der Sicherheitsforschung (incl. Nachzulassungs-Monitoring) und der Risikodiskussion zu transgenen landwirtschaftlichen Nutzpflanzen,
- der Stand der Regelungen und der Handhabung von Zulassungsverfahren bei der Freisetzung, Inverkehrbringung und Sortenzulassung transgener landwirtschaftlichen Nutzpflanzen in der EU sowie
- der Stand der Umsetzung der Novel-Food-Richtlinie (Zulassung und Kennzeichnung).

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

## 4.3 Publikationen und Materialien

### *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 Genehmungsverfahren 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)
- Regelungen zur Freisetzung, zum Inverkehrbringen und zur Sortenzulassung transgener landwirtschaftlicher Nutzpflanzen in der EU (Dr. Elisabeth Bongert, Husum)

## 4.4 Projektbearbeiter

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

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

## 5. Xenotransplantation

### 5.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Die Übertragung von Tierorganen auf den Menschen, die Xenotransplantation, wird seit einigen Jahren verstärkt als zukünftige Ergänzung oder gar Alternative zur zwischenmenschlichen Organspende diskutiert. Neben die verständlichen, aber nicht unumstrittenen Hoffnungen sind plausible Warnungen vor realen, möglicherweise schwer beherrschbaren Infektionsrisiken getreten, die den Patienten, sein Umfeld und letztlich die gesamte Bevölkerung betreffen können. Diese widersprüchliche und spannungsreiche Situation und die noch weitgehend ungeklärten Potenziale der Xenotransplantation erfordern eine nüchterne Bestandsaufnahme und vorurteilsfreie Beurteilung auf allen Ebenen der Gesellschaft.

### 5.2 Stand der Arbeiten

Das Monitoring-Vorhaben "Xenotransplantation" wurde auf Beschluss der TA-Berichterstatterinnen und -Berichterstatter des **Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung** im Januar 1998 begonnen und mit Vorlage des TAB-Arbeitsberichtes Nr. 64 im Dezember 1999 abgeschlossen. Der Bericht gibt einen Überblick **der internationalen, vor allem der (forschungs- und gesundheits)politischen Debatte** über Perspektiven und Herausforderungen der Xenotransplantation, versucht eine Bestandsaufnahme des aktuellen naturwissenschaftlich-medizinischen **Forschungsstandes**, umreißt die **Rechtslage** in Deutschland sowie zentrale **ethische Fragen** und formuliert auf dieser Basis **Hinweise zum weiteren wissenschaftlichen, politischen und gesellschaftlichen Diskussions- und Handlungsbedarf**.



### *Die internationale Debatte*

Das zunehmende Interesse an den Potenzialen und Problemen dieser neuen medizinischen Technologie spiegelt sich wider in einer wachsenden Zahl von Gutachten, Stellungnahmen und anderen Dokumenten zur Xenotransplantation, die von Regierungen bzw. nationalen Behörden oder internationalen Organisationen in Auftrag gegeben worden sind. Insgesamt ist eine **wachsende Skepsis** gegenüber der Erwartung festzuhalten, dass die Xenotransplantation in absehbarer Zeit zu einem risikoarmen therapeutischen Ansatz fortentwickelt werden kann. Auffallend ist auch die fast einhellige **Forderung nach Richtlinien**, mittels derer die Aufnahme klinischer Versuche verbindlich geregelt und in ihren potenziellen Risiken begrenzt werden soll.

### *Medizinisch-naturwissenschaftliche Aspekte*

Der Stand von Forschung und Entwicklung zur Xenotransplantation lässt sich anhand dreier zentraler Fragestellungen charakterisieren: die **Überwindung der Abstoßung**, die **Gewährleistung der physiologischen Funktionalität** und die **Beherrschung der Infektionsrisiken**. Die Abstoßung des Fremdorgans durch das Immunsystem des Empfängers stellt auch bei der zwischenmenschlichen Organübertragung nach wie vor das größte Problem dar; bei der Einpflanzung eines tierlichen Organs in einen Menschen treten darüber hinaus nicht nur heftigere, sondern auch ganz andere Abstoßungsreaktionen auf. Davon scheint bislang lediglich die sogenannte hyperakute Abstoßung - vor allem durch Fortschritte bei der Herstellung gentechnisch veränderter Schweine(organe) - einigermaßen kontrollierbar zu sein. Bei den drei anderen Abstoßungsphasen, der akut vaskulären/verzögerten, der zellulären und der chronischen, besteht noch **immenser Forschungsbedarf**. Gleiches gilt für die Frage der physiologischen Verträglichkeit und Funktionsfähigkeit der Organe, die noch kaum untersucht worden ist bzw. nicht untersucht werden konnte.

Die größte Bedeutung in der Diskussion hat allerdings mittlerweile das erhebliche Infektionsrisiko durch bislang unbekannte Erreger (viraler Art) erlangt, das nicht nur den Empfänger betreffen würde, sondern potenziell eine Bedrohung darstellt, die weit über sein unmittelbares Umfeld hinausgehen kann. Auch hier steht die Forschung noch am Anfang. Trotzdem ist es nicht unwahrscheinlich, dass klinische Versuche in wenigen Jahren aufgenommen werden. Der **Zeithorizont für eine weitere Verbreitung** der Xenotransplantation dürfte im günstigsten Fall bei **15-20 Jahren** liegen. Ein Vergleich mit Alterna-

tivtechnologien (künstliche oder bioartifizielle Organe, Therapie der relevanten Erkrankungen) weist diese ebenfalls als Langfristoptionen aus, deren Vorzüge und Nachteile gründlich geprüft werden sollten.

Die Betrachtung der internationalen Forschungslandschaft zeigt, dass **Deutschland** - neben den dominierenden USA und Großbritannien - zu den **führenden Forschungsstandorten** auf dem Gebiet der Xenotransplantation gehört.

### *Recht und Ethik*

Vor allem die ungeklärten Infektionsrisiken haben - auch international - zu der nahezu einhelligen Meinung geführt, dass die Xenotransplantation **speziell reguliert** werden muss, auf jeden Fall national, im Grunde aber international. Einige Länder haben hierzu erste Initiativen ergriffen oder bereits Institutionen geschaffen. Ein Überblick zur rechtlichen Situation in Deutschland zeigt, dass z.B. Arzneimittelgesetz, Gentechnikgesetz und Tierschutzgesetz zwar im Rahmen ihrer Regelungsbereiche auch für die Xenotransplantation einschlägig sind (nicht jedoch das Transplantationsgesetz). Da aber berechtigte Zweifel daran bestehen, dass mit den bestehenden Normen der Bedeutung dieser medizinischen "Neulandtechnologie" mit potenziell globalen Folgedimensionen adäquat Rechnung getragen wird, führt der hier erkennbare Forschungs- und Handlungsbedarf zur **Forderung nach einer sorgfältigen rechtswissenschaftlichen Diskussion und einer rechtspolitischen Überprüfung** durch die entsprechenden Instanzen.

Die ethische Diskussion lässt zwei Schwerpunkte erkennen: eine **Abwägung moralischer Rechte und Interessen von Menschen** sowie eine Erörterung des **Spannungsverhältnisses zwischen menschlichen und tierlichen Rechten und Interessen**. Die humanethischen Aspekte der Xenotransplantation sind ausgesprochen vielgestaltig und hängen zumeist eng miteinander zusammen. Intensiv diskutiert werden z.B. die Milderung des Mangels an transplantablen Organen, die Verbesserung der Verteilungsgerechtigkeit, die Ethik des Humanexperiments, die zurzeit noch nicht erkennbare Beherrschung des Infektionsrisikos, die informierte Zustimmung und die medizinischen und sozialen Alternativen. Durch Art- und Naturethik sowie insbesondere die Tierethik wird deutlich, dass die Rechte und Interessen von Tieren als "moralische Wesen" in erheblichem Maße gefährdet sind. Eine ethische Rechtfertigung der Xenotransplantation kann also nur über sorgfältig begründete und tragfähige Argumente gelingen. Diese müssen letztlich die Frage beantworten, ob menschliches Leid so hoch wiegt, dass Leiden und Tod von Tieren hingenommen werden kann.

Zusammenfassend kann man aus der ethischen Diskussion den Eindruck gewinnen, dass **bei der Frage, ob die Xenotransplantation zurzeit ethisch rechtfertigbar ist, Skepsis überwiegt.**

#### *Diskussions- und Handlungsbedarf*

Nicht zuletzt im Licht der durch die ethische Diskussion zutage geförderten Widersprüche und Probleme kann insgesamt umfangreicher Diskussions- und Handlungsbedarf zum Thema Xenotransplantation benannt werden:

- Die **Wissenschaftsgemeinschaft** ist aufgefordert, sich dringend einer umfassenden **Überprüfung und Bewertung des Forschungs- und Entwicklungsstandes** anzunehmen, die fach- und professionsgebundene Einzelperspektiven übergreifend integrieren.
- Die **Politik** ist aufgerufen, dem Beispiel anderer Staaten und der Empfehlung nahezu aller relevanten Stellungnahmen folgend, für die Xenotransplantation eine angemessene **Regulierungsstrategie** zu entwerfen und umzusetzen.
- Die **Gesellschaft** als Ganzes ist gefordert, eine **ethische Abwägung** des möglichen Nutzens und des möglichen Schadens der Xenotransplantation zu leisten und entsprechend gesellschaftlich verträgliche, zumindest akzeptable Lösungen für die anstehenden Probleme zu entwickeln.

### 5.3 Publikationen und Materialien

#### *TAB-Veröffentlichungen und Materialien*

TAB-Arbeitsbericht Nr. 64: TA-Monitoring "Xenotransplantation" - Sachstandsbericht (Autoren: Th. Petermann, A. Sauter), Dezember 1999

#### *In Auftrag gegebene Gutachten*

- Xenotransplantation - Eine vergleichende Analyse verschiedener nationaler und internationaler TA-Studien und Gutachten (Prof. Dr. Kurt Bayertz, Rainer Paslack, Dr. Johann S. Ach, ARGOS-Institut für gesellschaftswissenschaftliche Studien, praktische Philosophie und Bildung e.V., Münster)
- Bestandsaufnahme von aktuellen FuE-Aktivitäten und -Trends auf dem Gebiet der Xenotransplantation von Organen (Dr. Bärbel Hüsing, Silke Schick Tanz, Fraunhofer Institut Systemtechnik und Innovationsforschung)

[ISI], Karlsruhe, sowie Lehrstuhl für Ethik in den Biowissenschaften der Universität Tübingen)

- Ethische Aspekte der Xenotransplantation - Ein Literaturbericht (Dr. Michael Quante, Münster)
- Rechtliche Aspekte der Xenotransplantation - Ein Literaturbericht (Dr. Michael Quante, Stefan Jungeblodt, Münster, Göttingen)

## **5.4 Projektbearbeiter**

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

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

## V. Konzepte und Methoden

### 1. TA und Diffusionsforschung

Zu den Aufgaben des TAB gehört - neben der Durchführung von TA-Projekten und von Monitoring-Vorhaben - auch die Bearbeitung von Fragestellungen aus dem Bereich der konzeptionellen und methodischen Entwicklung von TA und verwandter Analyseansätze (Arbeitsbereich "Konzepte und Methoden"). Das TAB verfolgt die hierzu geführte Diskussion in Wissenschaft und Politik, begleitet und gestaltet sie mit.

In diesem Rahmen wurde in Abstimmung mit den TA-Berichterstellerinnen und Berichterstellern des **Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung** das Thema "Diffusionsforschung und TA" ausgewählt und über einen längeren Zeitraum intern diskutiert. In diesem Zusammenhang wurde ein Gutachten zum Thema "Methodische Ansätze der Innovationsforschung und ihre Bedeutung für die Technikfolgen-Abschätzung am Beispiel der Telekommunikation" an Herrn Dr. Franz Büllingen, WIK, vergeben, das im Oktober 1997 dem TAB vorgelegt wurde.

#### 1.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Die Diffusionsforschung widmet sich einem komplexen Gegenstand: der Verbreitung und Kommerzialisierung von Innovationen. Aufgrund empirischer Analysen versucht sie insbesondere, die Faktoren zu identifizieren, die ursächlich sind für den Erfolg und Misserfolg von Neuerungen, und dabei auch Maßnahmen und Strategien zu entwickeln, um Diffusionsverläufe in einer gewünschten Weise zu beeinflussen. Erkenntnisobjekt und Erkenntnisinteresse der TA sind durchaus ähnlich gelagert. Dies legt die Frage nach Unterschieden und Gemeinsamkeiten nahe und führt zugleich zur Frage, ob und inwiefern TA von der Diffusionsforschung lernen könnte.

## 1.2 Stand der Arbeiten

Die Bearbeitung des Themas soll im März 2000 mit der Vorlage eines Berichtes zum Thema "Diffusionsforschung und TA" (voraussichtlich TAB-Diskussionspapier Nr. 8) abgeschlossen sein.

## 1.3 Ergebnisse

Der Bericht reflektiert einleitend den Umstand, dass zwar große Einigkeit über die positive Bedeutung von Innovationen herrscht, das Wissen um ihre Determinanten sowie die Möglichkeiten ihrer Gestaltung noch relativ unklar sind. Danach werden die Erklärungsansätze der Diffusionsforschung und einige ihrer Ergebnisse beschrieben sowie am Beispiel Telekommunikation illustriert.

Aufbauend darauf wird das Verhältnis Diffusionsforschung und TA diskutiert. Diese Überlegungen werden im Folgenden kurz zusammengefasst.

### *Unterschiede und Gemeinsamkeiten von Diffusionsforschung und TA*

Technikfolgen-Abschätzung und Diffusionsforschung unterscheiden sich vor allem durch ihre unterschiedlichen Adressaten bzw. ihre Forschungs- und Erkenntnisinteressen:

- Während sich **TA in politikberatender Absicht auf einem relativ hohen Aggregationsniveau** bewegt und meist Technikfamilien oder Techniklinien in ihren Anwendungs- und Problemfeldern untersucht, orientiert sich **die Diffusionsforschung in unternehmensberatender Absicht** meist an **konkreten, z.T. sehr spezialisierten Techniken, Dienstleistungen oder Anwendungsfeldern**.
- Während **TA aus einer übergeordneten und gemeinwohlorientierten Perspektive** versucht, die (potenziellen) Folgewirkungen einer Technik zu identifizieren, zu bilanzieren und zu bewerten, versucht die Diffusionsforschung, die erfolgreiche Vermarktung einer konkreten Innovation "vor Ort" zu unterstützen oder zu beschleunigen. Dabei stehen meist die **Interessen von einzelnen Unternehmen oder Branchen** im Vordergrund.
- Während **TA die Chancen und Risiken einer Technik abwägt** und auch **alternative Lösungswege für Probleme sucht**, setzt **die Diffusionsforschung den Nutzen eines Produkts** als unstrittig voraus und versucht,

mittels wissenschaftlicher Analysen diesen Nutzen durch Ausschöpfung der Marktpotenziale für Hersteller oder Anbieter zu optimieren.

Gemeinsam ist beiden Forschungsansätzen insbesondere die Identifikation von Handlungsmöglichkeiten und Gestaltungschancen für ihre jeweiligen Adressaten. Eine wichtige **gemeinsame Schnittmenge von TA und Diffusionsforschung** besteht demnach dort, wo das erarbeitete Wissen zur Erhöhung positiver Folgewirkungen, zur Ausschöpfung von Marktpotenzialen, zu einer Verbesserung des Innovationsniveaus und zu einer Steigerung der gesellschaftlichen Wohlfahrt führen. Hier ist daher der wichtigste Anknüpfungspunkt dafür, Aspekte der Diffusionsforschung in Konzepte der Technikfolgen-Abschätzung zu integrieren. Ein Versuch, dies umzusetzen, liegt mit dem Konzept des Constructive Technology Assessment vor.

#### *Constructive Technology Assessment (CTA)*

Das vor allem in den Niederlanden entwickelte Konzept zielt auf eine unmittelbarere Beeinflussung von Technikentwicklung und Innovationsprozessen, als dies TA im Allgemeinen beabsichtigt.

"Konstruktive TA" profiliert sich in diesem Sinne in einer doppelten Weise: Es soll bereits frühzeitig die technologische Entwicklung in den Blick genommen und **hinsichtlich gewünschter Ziele gestaltet (gesteuert) werden**. Dabei soll sie Kriterien wie Sicherheit und Wirtschaftlichkeit, aber auch Gesichtspunkte wie Qualität der Arbeit und Arbeitsbeziehungen, Umweltbelastung, Benutzerfreundlichkeit mit einbringen und ihnen eine größere Bedeutung als bisher verleihen.

#### *Ein modifiziertes TA-Konzept?*

Die Öffnung von TA gegenüber Aspekten der Diffusion beinhaltet auf den ersten Blick eine Reihe von Chancen. Es würde die Möglichkeit eröffnet, das Wissen über Diffusions- und Adoptionsprobleme mit den Prozessen der Technikentwicklung zu verbinden. Durch die begleitende Etablierung gesellschaftlicher Kommunikationsplattformen könnten Innovationsprozesse stärker mit sozialen Entwicklungen verknüpft und die Lernfähigkeit der Beteiligten verbessert werden.

Weitergehende Intentionen aktiver, intervenierender Steuerung - wie bei CTA angelegt - dürften jedoch forschungs- und gesellschaftspraktisch auf zahlreiche

Hürden stoßen. Eine damit verbundene, wie immer geartete Form der Einbindung oder Einflussnahme der "Nutzer" und "Anwender" oder auch von Repräsentanten gemeinwohlorientierter Institutionen würde wahrscheinlich nicht bei allen Beteiligten auf Zustimmung stoßen. Aber auch auf der Konzept- und Analyseebene sind mögliche problematische Folgen zu bedenken. Dazu zählen u.a.

- die Einschränkung der Forschungsperspektive auf bloße technische Lösungsvarianten und deren Durchsetzung,
- die Gefährdung der Rolle eines neutralen Informations- und Beratungsinstruments der Politik,
- der Verlust der Möglichkeiten der unabhängigen und distanzierten Reflexion,
- die Beeinträchtigung gesellschaftlicher Kommunikations- und Konsensfunktionen durch größere Nähe zu den Technikerzeugungs- und Implementationsprozessen.

Trotz solcher möglicher Nachteile sollte über eine fallweise Integration beider Forschungsperspektiven nachgedacht und diskutiert werden.

Eine um die Perspektive der Diffusionsforschung erweiterte konkrete TA-Untersuchung hätte der Frage nachzugehen, welche Schritte unternommen werden könnten, um eine wünschenswerte Technikdiffusion durch die Gestaltung eines geeigneten Rahmens zu unterstützen. TA könnte durch die Untersuchung der relevanten Diffusions- und Adoptionskontexte und die Identifikation von Möglichkeiten zum Abbau von Diffusions- und Nutzungshemmnissen dazu beitragen, Nutzenpotenziale auszuschöpfen und gesamtgesellschaftliche Wohlfahrtseffekte zu erhöhen. Ihr Adressatenkreis wäre dann nicht mehr nur auf die politische Ebene beschränkt, sondern umfasste auch Technikentwickler, Vertriebsfachleute, Entscheidungsträger in Justiz und Verwaltung ("general interest actors") und nicht zuletzt die potenziellen Nutzer.

### *Folgen für die Technologiepolitik?*

Dies hätte Auswirkungen auf den Charakter von Technologiepolitik. Der Akzent staatlicher FuE-Politik läge dann auf eine gesellschaftlich breit gestützte Durchsetzung von Innovationen. Sie wäre zudem zielgeleitet und an Bedarfen orientiert, d.h., dass gesellschaftliche Problemlagen (z.B. Energieeinsparung) den Ausgangspunkt bilden und nicht technische Lösungskonzepte (z.B. Energieerzeugungstechniken). Entsprechende **Verwendungsräume zu finden und Märkte zu konstituieren** - hierbei könnte die Politik im Zusammenspiel mit den auf dem jeweiligen Feld agierenden Netzwerken einen Beitrag leisten. Ein



wichtiges Ziel wäre dabei die Schaffung einer "**Leitnachfrage**", z.B. durch Beschaffungsmaßnahmen, Anreize oder Regulierungen.

Vor zu weit gehenden Erwartungen wäre allerdings zu warnen und mögliche Missverständnisse sollten frühzeitig ausgeräumt werden. Es wäre bei einer solchen Ausprägung von TA keine autoritative Definition von politischen Interventionspunkten oder die Substitution von Marktmechanismen anzustreben. Der politische Hintergrund einer so verstandenen TA ist nicht ein Staat, der die Technikentwicklung "steuert". Andererseits sollte staatliches Handeln auch nicht auf Minimalpolitik reduziert werden. **Eine antizipative Reflexion von Bedarfen und Leitmärkten könnte deshalb durchaus eine Aufgabe politikberatender TA sein.**

## 1.4 Publikationen

### *In Auftrag gegebene Gutachten*

- Methodische Ansätze der Innovationsforschung und ihre Bedeutung für die Technikfolgen-Abschätzung am Beispiel der Telekommunikation. (Dr. Franz Büllingen, Wissenschaftliches Institut für Kommunikationsdienste [WIK], Bad Honnef)

## 1.5 Projektbearbeiter

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 Sept. 1991
- Nr. 3/4 Febr. 1992
- Nr. 5 Juni 1992
- Nr. 6 Jan. 1993
- Nr. 7 Sept. 1993
- Nr. 8 Juni 1994
- Nr. 9 Febr. 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

**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" Sept. 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 Sept. 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) Sept. 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) Sept. 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 Sept. 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) Sept. 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) Sept. 1996
- Nr. 44 Machbarkeitsstudie zu einem "Forum für Wissenschaft und Technik" (Endbericht) Sept. 1996
- Nr. 45 TA-Projekt "Kontrollkriterien für die Bewertung und Entscheidung bezüglich neuer Technologien im Rüstungsbereich" (Endbericht) Sept. 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) Sept. 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 TA-Projekt "Neue Materialien zur Energie einsparung und zur Energieumwandlung" (Vorstudie) Juli 1999
- Nr. 63 TA-Projekt "Umwelt und Gesundheit" (Endbericht) Sept. 1999
- Nr. 64 TA-Monitoring "Xenotransplantation" (Sachstandsbericht) Dez. 1999

### 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

### 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) Sept. 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