

Juli 1999



TAB

Tätigkeitsbericht

für die Zeit vom 01.09.1997 bis 31.08.1998



TAB

Arbeitsbericht Nr. 60



TAB

Büro für Technikfolgen-Abschätzung
beim Deutschen Bundestag

Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) berät das Parlament und seine Ausschüsse in Fragen des gesellschaftlich-technischen Wandels. Das TAB ist eine organisatorische Einheit des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des Forschungszentrums Karlsruhe und arbeitet seit 1990 auf der Grundlage eines Vertrages zwischen dem Forschungszentrum und dem Deutschen Bundestag.



Inhalt

| | |
|--|-----------|
| Vorwort | 3 |
| I. Zielsetzung und Arbeitsbereiche | 5 |
| II. Organisation und Berichterstattung | 7 |
| 1. Organisation und Finanzierung | 7 |
| 2. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter | 8 |
| 3. Berichterstattung..... | 8 |
| III. TA-Projekte | 11 |
| 1. Entwicklung und Analyse von Optionen zur Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger..... | 11 |
| 2. Gentechnik, Züchtung und Biodiversität..... | 25 |
| 3. Forschungs- und Technologiepolitik für eine nachhaltige Entwicklung..... | 34 |
| 4. Entwicklung und Folgen des Tourismus | 40 |
| 5. Umwelt und Gesundheit..... | 45 |
| 6. Brennstoffzellen-Technologie..... | 54 |
| 7. Klonen von Tieren | 59 |
| 8. Neue Materialien zur Energieeinsparung und zur Energieumwandlung | 65 |

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| IV. Monitoring-Vorhaben | 73 |
| 1. Gendiagnostik/Gentherapie | 73 |
| 2. Nachwachsende Rohstoffe | 76 |
| 3. Xenotransplantation | 79 |
| V. Publikationen | 83 |

Vorwort

Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) legt hiermit seinen Tätigkeitsbericht für den Zeitraum Herbst 1997 bis Herbst 1998 vor.

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

- Entwicklung und Analyse von Optionen zur Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger (für den Ausschuß für Bildung, Wissenschaft, Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung)
- Gentechnik, Züchtung und Biodiversität (für den Ausschuß für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten)
- Forschungs- und Technologiepolitik für eine nachhaltige Entwicklung (für den Ausschuß für Bildung, Wissenschaft, Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung)
- Entwicklung und Folgen des Tourismus (für den Ausschuß für Fremdenverkehr und Tourismus)
- Umwelt und Gesundheit (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)
- Neue Materialien zur Energieeinsparung und zur Energieumwandlung (für den Ausschuß für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)

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

- Gendiagnostik/Gentherapie
- Nachwachsende Rohstoffe
- Xenotransplantation

Mehrere Berichte zu TA-Projekten des TAB sind im Berichtszeitraum in verschiedenen Bundestagsausschüssen ausführlich behandelt worden. Die Nachfrage innerhalb und außerhalb des Parlaments nach den Arbeitsergebnissen des TAB nimmt weiterhin zu. Von den über 60 Arbeitsberichten und Diskussionspapieren, die das TAB bis Ende 1998 erstellt hat, sind insgesamt ca. 30.000

Exemplare nachgefragt worden (ohne Berücksichtigung der Nachfrage nach TAB-Arbeitsberichten in Form von Bundestagsdrucksachen und Buchveröffentlichungen). Das Interesse an der Arbeit des TAB kommt auch in der steigenden Nachfrage nach dem TAB-Brief zum Ausdruck, der inzwischen eine Auflage von 3.600 erreicht hat.

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 Berichterstatter für TA im Ausschuß für Bildung, Wissenschaft, Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung Herrn Josef Hollerith (CDU/CSU), Herrn Thomas Rachel (CDU/CSU), Frau Ulla Burchardt (SPD), Herrn Dr. Manuel Kiper (BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN), Herrn Dr. Karlheinz Gutmacher (F.D.P.) und Herrn Wolfgang Bierstedt (PDS) sowie Frau Doris Odendahl (SPD), die als Ausschußvorsitzende seit Juli 1996 die Berichterstattersitzungen leitet.

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 **Potentiale** 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 **potentiellen Auswirkungen** der Nutzung neuer wissenschaftlich-technischer Entwicklungen vorausschauend und umfassend zu analysieren und Möglichkeiten für eine strategische Nutzung der Chancen des Technikeinsatzes und die Vermeidung oder Abmilderung seiner Risiken aufzuzeigen

und auf dieser Grundlage

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

In Übereinstimmung mit den Ausschüssen des Deutschen Bundestages und den von den Fraktionen benannten Berichterstattern zu TA geht das TAB bei seinen

Aktivitäten von einem solchen konstruktiven Verständnis von Technikfolgen-Abschätzung aus: Zielführend ist nicht die Frühwarnung vor technikbedingten Risiken; vielmehr geht es bei solchen Untersuchungen um **das vorausschauende Abwägen von Chancen und Risiken** und um **die Gestaltung neuer technischer Entwicklungen und ihrer Rahmenbedingungen**.

II. Organisation und Berichterstattung

1. Organisation und Finanzierung

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

Das TAB arbeitet in strikter Orientierung am (Informations-)Bedarf des Deutschen Bundestages. Auftraggeber des TAB ist der Ausschuß für Bildung, Wissenschaft, Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestages. Er entscheidet über das Arbeitsprogramm des TAB. Andere Ausschüsse des Deutschen Bundestages, Fraktionen und Arbeitsgruppen von Fraktionen können Anträge auf Durchführung von TA-Projekten stellen. 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 Ausschußsekretariats 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 Ausschüßarbeiten.

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

2. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Im Berichtszeitraum waren im TAB neben dem Leiter 8 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie 2 Sekretärinnen beschäftigt:

Torsten Fleischer (Dipl.-Phys.)
Prof. Dr. Günter Halbritter (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.)
Gabriele Brunschede
Kirsten Lippert

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, Wissenschaft, Forschung, Technologie 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, Wissenschaft, Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung auch der Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Die Endberichte zu TA-Projekten werden als Bundestagsdrucksachen 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.

TAB

III. TA-Projekte

1. Entwicklung und Analyse von Optionen zur Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger

1.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Dieses TA-Projekt des TAB geht auf einen Auftrag des Ausschusses für Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestages zurück.

In den letzten Jahren sind verschiedene grundlegende Arbeiten zu den Problemen des Verkehrs und zu möglichen Lösungen für diese Probleme vorgelegt worden. Diese enthalten auch eine Fülle von Handlungsempfehlungen. Die Realisierungsbedingungen und Folgewirkungen dieser Handlungsempfehlungen werden jedoch nicht näher betrachtet. **Der Schwerpunkt des TAB-Projekts liegt dagegen gerade auf der Analyse der Durchführbarkeit, der Wirksamkeit und der Folgen ausgewählter Maßnahmen** zur Erreichung bestimmter verkehrspolitischer Ziele. In diesem Sinne versteht sich das TAB-Projekt als Fortführung und Konkretisierung vorliegender Untersuchungen.

Zu den zentralen Ausgangsannahmen des TAB-Projekts gehört, daß die angestrebten Entlastungen des Verkehrsnetzes und Verlagerungen von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger **weder mit Einschränkungen der Mobilität noch mit nennenswerten Abstrichen bei den heute üblichen Qualitätsstandards der Reise bzw. des Transports verbunden sein sollen.**

Verlagerung von Straßenverkehr auf **"umweltfreundlichere Verkehrsträger"** wird in dieser Studie weitgehend eingeschränkt auf Verlagerung von Straßenverkehr **"auf die Schiene"**. Der Binnenschiffverkehrsverkehr wird nicht behandelt, er könnte Gegenstand einer Anschlußstudie sein. Auch der Flugverkehr wird nicht behandelt; er findet lediglich bei einem Vergleich der Emissionen verschiedener Verkehrsträger im Personenfernverkehr marginale Berücksichtigung.

Die angestrebten Entlastungen des Verkehrsnetzes und die Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger können nicht durch

Einzelmaßnahmen erreicht werden, sondern nur durch - möglichst abgestimmte - **Maßnahmenbündel**, die hier als **Optionen** bezeichnet werden. Diese wurden im Rahmen der Studie entwickelt und auf ihre Durchführbarkeit, Wirksamkeit und Folgen untersucht. Im Detail behandelt wurden drei Optionen:

- **Einsatz von IuK-Techniken zur Verbesserung der Verkehrsinformation und zur Verkehrslenkung auf der Grundlage der vorliegenden ordnungsrechtlichen Regelungen** (kurz: "Verbesserung der Verkehrsinformation")
- **Einsatz von IuK-Techniken zum Verkehrsmanagement im Personen- und Güterstraßenverkehr zusammen mit dem Einsatz verschiedener preislicher Maßnahmen** (kurz: "Preisliche Maßnahmen im Straßenverkehr")
- **Attraktivitätssteigerung im ÖPNV**

Die Optionen sind nicht als sich gegenseitig ausschließende Alternativen zu interpretieren. Ihr Sinn besteht darin, durch Schwerpunktlegung auf sehr unterschiedliche Typen von Instrumenten bzw. Maßnahmen die Wirksamkeit der betrachteten Maßnahmenbündel im Hinblick auf die Ziele der Verkehrsentlastung und Verkehrsverlagerung und die mit dem Einsatz der Maßnahmen potentiell verbundenen Umsetzungsprobleme und Folgen besonders deutlich darstellen zu können. Konkrete verkehrspolitische Strategien dürften eher auf eine Verknüpfung von Elementen aller drei Optionen - und darüber hinaus möglicherweise weiterer Maßnahmen - hinauslaufen.

1.2 Stand der Arbeiten

Der Endbericht wurde im April 1998 den Berichterstatterinnen und Berichterstattern für Technikfolgen-Abschätzung des BFTA vorgelegt, im Juni 1998 vom BFTA abgenommen und im September 1998 als Bundestagsdrucksache (BT-Drs. 13/11447) veröffentlicht.

1.3 Ausgewählte Ergebnisse

Option "Einsatz von IuK-Techniken zur Verbesserung der Verkehrsinformation und zur Verkehrslenkung auf der Grundlage der vorliegenden ordnungsrechtlichen Regelungen"

Etwa seit Beginn der 90er Jahre ist zu beobachten, daß die Telematik auch im Verkehrswesen zunehmend an Bedeutung gewinnt. Inzwischen werden der Telematik von der Politik wichtige Lösungsbeiträge in bezug auf die Verkehrsprobleme zugeschrieben.

Die "Konjunktur" der Verkehrstelematik hat zwei Hauptursachen. Zum einen wurden und werden durch die rasante Entwicklung bei den modernen IuK-Techniken völlig neue Anwendungen und Dienste ermöglicht. Zum anderen werden von ihr Beiträge zur - zumindest vorläufigen - Lösung der sich aufgrund der prognostizierten Zunahme der Verkehrsmenge ergebenden Probleme erwartet. Der Einsatz von Telematik im Verkehr soll nicht nur zur Optimierung der Verkehrsträger jeweils als Einzelsysteme unter verkehrlichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten, sondern auch zur Reduzierung ihrer Umweltwirkungen und zur Verbesserung der Verkehrssicherheit beitragen. Er soll die Verkehrsträger zudem zu einem integrierten, effizienten Gesamtverkehrssystem vernetzen. Neue Verkehrsmanagement-Konzepte sollen insbesondere die spezifischen Stärken der verschiedenen Verkehrsträger in bestimmten Regionen und Situationen fördern bzw. nutzen. Hierzu sollen Verkehrstelematik-Techniken und -Dienste einen wichtigen Beitrag leisten.

Die Erwartungen an die Wirkungen der - neuen - Verkehrstelematik sind hoch gesteckt. Die Hersteller und Forschungseinrichtungen, die sich der Entwicklung dieser neuen Techniken widmen, sehen hierin nicht nur einen Beitrag zur Lösung der Verkehrsprobleme, sondern auch ein erhebliches industriepolitisches Potential zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands. Der deutschen Industrie wird durchaus die Chance eingeräumt, auf diesem Gebiet führend zu sein.

Was könnte Verkehrstelematik leisten?

Einige Telematik-Dienste können zu einer effizienteren Verkehrsgestaltung und zu einer Reduktion der verkehrsbedingten Umweltbelastungen beitragen. Sie können nicht nur für eine einfachere und kostengünstigere Umsetzung verkehrs-

politischer Instrumente und Strategien genutzt werden, aufgrund ihrer neuen technischen Potentiale werden durch sie **auch bislang nicht realisierbare Strategien möglich**. Telematik macht andere Maßnahmen zur Verkehrsvermeidung und Verkehrsverlagerung keineswegs entbehrlich, könnte diese aber unterstützen und gegebenenfalls in ihrer Wirksamkeit verstärken. **Sie wird nur im Verbund mit entsprechenden technischen, organisatorischen, marktwirtschaftlichen und ordnungsrechtlichen Maßnahmen einen langfristigen Lösungsansatz für die Verkehrsprobleme - vor allem in den Ballungsgebieten - darstellen können.** Festzustellen ist jedoch bislang eine Diskrepanz zwischen den Erwartungen an die Verkehrstelematik und der Bereitschaft, ihre Potentiale aktiv handelnd zu erschließen.

Die durch die neuen IuK-Techniken gebotenen technischen Möglichkeiten würden es gestatten, neue Verkehrsmanagementstrategien zu realisieren, die auch neue Instrumente zur Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger umsetzbar machen. Es könnten umfassende technische Hilfsmittel für eine Steuerung des Verkehrs nach ökonomischen und/oder ökologischen Gesichtspunkten zur Verfügung stehen. **Telematik könnte die Anwendung von Lenkungsinstrumenten, mit denen ordnungsrechtliche und preisliche Maßnahmen zur aktiven Beeinflussung des Verkehrsgeschehens umgesetzt werden, ermöglichen bzw. erleichtern.** Für den Fall restriktiver Eingriffe im Bereich des motorisierten Individualverkehrs müßten im öffentlichen Verkehr tatsächliche Alternativen in zufriedenstellender Qualität und Quantität zur Verfügung gestellt werden.

Die Umsetzungsmöglichkeiten von Verkehrsmanagementstrategien sind eng mit deren beabsichtigter Lenkungsintensität gekoppelt. Während allein informationsorientierte Strategien als weitgehend politisch durchsetzbar anzusehen sind, ist die Durchsetzbarkeit von Systemen mit Eingriffsabsichten zu Lenkungszwecken als erheblich schwieriger einzuschätzen. Untersuchungen, die zur Einschätzung gelangen, daß sich die vorfindbaren Interessenstrukturen und die institutionellen Bedingungen des kooperativen Föderalismus zusammen mit den stark zersplitterten Zuständigkeiten in der Bundesrepublik mindernd auf die Problemlösungskapazität von Verkehrstelematik-Systemen auswirken, verkennen jedoch die dem Bundesgesetzgeber im Rahmen der "ausschließlichen" und der "konkurrierenden" Gesetzgebung sowie mit dem Erlaß von "Rahmenvorschriften" gegebenen Möglichkeiten.

Lassen sich die Wirkungen eines verbreiteten Telematik-Einsatzes schon prognostizieren?

Für eine umfassende Bewertung der unterschiedlichen Telematik-Anwendungen im Verkehr fehlen noch wesentliche Kenntnisse über Wirkungen, Kosten und organisatorische Hemmnisse, denn die Forschung auf diesem Gebiet war bislang stark technik- und nur wenig wirkungsorientiert. Insbesondere fehlen Aussagen zu den Umweltwirkungen und zu Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit sowie zur Wirtschaftlichkeit bzw. Marktfähigkeit der untersuchten Systeme. Der gegenwärtige Kenntnisstand liefert zwar Indizien für Prognosen über mögliche Wirkungsrichtungen des Einsatzes von Telematik-Systemen und -Diensten, für die meisten Verkehrstelematik-Dienste liegen jedoch noch keine abgesicherten, umfassenden Erkenntnisse über ihr quantitatives Wirkungspotential vor. Wirkungs- und Folgenuntersuchungen wurden im Rahmen von Feldversuchen - wenn überhaupt - in der Regel nur unter isolierten Bedingungen und nicht-repräsentativ mit kleinen Fallzahlen durchgeführt. **Untersuchungen zu Wirkungen des Einsatzes dieser Systeme bei netzweiter Anwendung und bei plausiblen Durchdringungsgraden fehlen bislang.**

Trotz erheblicher Einschränkungen bezüglich der Repräsentativität der gewonnenen Daten gestatten die zusammengestellten Erfahrungen mit dem Einsatz von IuK-Techniken erste Aussagen zur technischen Einsatzbereitschaft dieser Systeme, zu ihrer Wirksamkeit im Hinblick auf die Entlastung des Verkehrsnetzes und die Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger sowie zu geeigneten Organisationsformen des Einsatzes der neuen Techniken.

Eine Abschätzung zur Verlagerung von Fahrten des motorisierten Individualverkehrs auf den öffentlichen Verkehr aufgrund des Einsatzes von Telematikdiensten, die im Rahmen von Szenarienuntersuchungen im Projekt STORM durchgeführt wurde, ergab sehr geringe Verlagerungswerte von unter 2%. Vergleichbare Analysen, die im Rahmen anderer Forschungsprojekte durchgeführt wurden, kommen zu Werten in ähnlicher Höhe. Auch dort wurden Verlagerungswerte von wenigen Prozent ermittelt. Es ist zu vermuten, daß auch bei Berücksichtigung von Synergieeffekten infolge der Umsetzung weiterer Maßnahmen eine ausschließlich auf verbesserte Informationsbereitstellung gegründete Strategie keinen Verlagerungswert erreichen kann, der angesichts der anhaltend hohen Zuwachsraten des motorisierten Individualverkehrs für einen umweltverträglicheren Verkehr ausreichend ist.

Bedeutender als die Verlagerung von Straßenverkehr auf öffentliche Verkehrsträger ist der Beitrag von Telematikdiensten zur Verflüssigung des Verkehrs und damit zur Entlastung des Straßennetzes. Dies drückt sich z.B. in den im Rahmen der Pilotprojekte empirisch erhobenen oder durch Simulationsrechnungen ermittelten deutlichen Reisezeitgewinnen - sowohl für mit individuellen dynamischen Zielführungssystemen ausgerüstete Fahrzeuge als auch für nicht ausgestattete Fahrzeuge - aus. Die Nutzung von individuellen dynamischen Zielführungssystemen führt zu einer Durchsatzsteigerung im Straßennetz. Der Telematik-Einsatz führt hier primär zu einer Kappung von Spitzenbelastungen, vor allem durch zeitliche und räumliche Verlagerung von Fahrten. Auswirkungen auf die Fahrleistungen lassen sich derzeit nur schwer quantifizieren.

Wo sind politische Handlungsnotwendigkeiten in bezug auf die Verkehrstelematik zu erkennen?

Wird die Entwicklung und Markteinführung von Telematiktechniken und -Diensten im wesentlichen Privaten überlassen, wird sich deren Auslegung primär an den wirtschaftlichen Interessen der Privaten orientieren. Diese in Übereinstimmung mit den verkehrspolitischen Zielen von Bundesregierung, Ländern oder Kommunen zu bringen, kann zu z.T. beträchtlichen Reibungen zwischen den Beteiligten führen. Ohne politische Begleitung werden privatwirtschaftlich entwickelte und betriebene Dienste **eher zu Optimierungen innerhalb der einzelnen Verkehrsträger führen**. Dabei ist zu erwarten, daß die reinen kraftfahrzeug- bzw. straßenverkehrsbezogenen Telematiksysteme früher auf den Markt kommen als die ÖPNV-integrierenden oder Sicherheitsaspekte voranstellenden Anwendungen. Eine Effizienzsteigerung ausschließlich im System Straßenverkehr würde zu einer wachsenden Attraktivität des Individualverkehrs bzw. des Straßengüterverkehrs führen. Bund, Länder und Gemeinden werden darum in Zukunft verstärkt gefordert sein, die Entwicklung und Einführung von Telematikanwendungen zur Attraktivitätssteigerung und Effizienzverbesserung im Öffentlichen Verkehr zu unterstützen, nicht zuletzt auch deshalb, um die Wettbewerbsfähigkeit der in der Hauptsache in ihrem Eigentum befindlichen Verkehrsunternehmen zu sichern und damit einen Beitrag zu ihrer Wirtschaftlichkeit und zu den Leistungsangeboten umweltfreundlicherer Verkehrsträger zu leisten. Neben der Gestaltung der Rahmenbedingungen kommt in diesem Zusammenhang der Förderung von Forschung und Entwicklung wie auch der direkten Finanzierung von entsprechenden Investitionsvorhaben eine hohe Bedeutung zu.

Einen Schwerpunkt des Entwicklungsinteresses der Industrie bildet der Einsatz **individueller Zielführungssysteme für den motorisierten Straßenverkehr**. Mit der Einführung solcher Systeme ist eine Reihe von Problemen verbunden. Die politisch angestrebte möglichst weitgehende Dienstleistungsfreiheit privatwirtschaftlicher Telematikdienste im Bereich individueller Zielführungssysteme kann die verkehrspolitischen Konzeptionen der Gebietskörperschaften erheblich tangieren. Der erwartete Einsatz derartiger Systeme auch in Ballungsräumen ließ Befürchtungen laut werden, daß durch die Leitempfehlungen Verkehr nicht nur auf dem Vorrangstraßennetz geführt, sondern auch durch verkehrsberuhigte Wohngebiete geleitet wird. Dies würde die verkehrspolitischen Ziele vieler Kommunen in erheblichem Umfang berühren bzw. konterkarieren. Vertragliche Vereinbarungen zum öffentlich-privaten Interessenausgleich werden daher als notwendig angesehen, um nicht nur die Nutzung öffentlicher Infrastruktur, sondern auch generell die Einsatzmodalitäten dynamischer Zielführungssysteme in Ballungsräumen zu regeln.

Telematik kann **zur Verknüpfung und Vernetzung der Verkehrssysteme beitragen**. Diese Intermodalität wird zwar in vielen Telematikkonzepten in den Mittelpunkt gestellt, erfährt **in der Umsetzung aber bisher noch zu wenig Aufmerksamkeit**. Fehlende Organisationsstrukturen für intermodale Verkehre erschweren eine diesbezügliche Ausrichtung von Telematik-Anwendungen und Telematik-Diensten. Da klare Vorstellungen über zu schaffende Telematik-Systeme für die Integration der verkehrsträgerspezifischen Einzellösungen zu Lösungen für das Gesamtsystem Verkehr fehlen, besteht die **Gefahr, daß die Entwicklung und Anwendung der neuen Techniken nicht im notwendigen Umfang verkehrsträgerübergreifend gestaltet wird**. Um dies zu verhindern, ist als erster Schritt die Organisation eines verkehrsträgerübergreifenden Datenmanagements zu realisieren.

Welche forschungspolitischen Schlußfolgerungen wurden gezogen?

Eine **verstärkte nationale Koordination** von Forschungsprojekten scheint erforderlich.

- Die Rolle der Kommunen bei der Erarbeitung von Konzepten für den Einsatz von Verkehrstelematik-Anwendungen ist zu stärken, damit dort die **Interessen der Kommunen angemessen berücksichtigt werden**. Insbesondere sind Wege zu finden, die Potentiale und Chancen sowie die spezifischen Probleme des Einsatzes von Verkehrstelematik im Bereich kleinerer

Kommunen zu untersuchen und diesen die Möglichkeit zu geben, ihre Interessen in diesem Bereich zu artikulieren.

- Eine Schwerpunktverlagerung der Forschungsarbeiten zu Telematik-Systemen weg von der technischen Herangehensweise und hin zu Untersuchungen von Anforderungen aus Sicht der Verkehrsteilnehmer (Zeit- und Kostenersparnis, Komfort, Sicherheit, Nutzerfreundlichkeit der Geräte, Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der Dienste, Planungssicherheit, Qualität, Glaubwürdigkeit und Befolgung von Informationen und Empfehlungen), zur Gestaltung von konkreten Techniken im Hinblick auf Interaktionssicherheit und Systemsicherheit sowie zu möglichen Auswirkungen ihrer verbreiteten Nutzung auf die Verkehrssicherheit.
- **Die Analyse von Telematik-Anwendungen im Zusammenwirken von verkehrspolitischen Zielvorstellungen, technischen Lösungen, strukturellen Rahmenbedingungen und organisatorischer Umsetzung.** Diesbezügliche Untersuchungen sollten eine umfassende Abschätzung der späteren Folgen des Einsatzes von Telematik-Systemen beinhalten, nicht nur für Verkehrsabläufe und Verkehrsteilnehmer, sondern auch hinsichtlich des Umfeldes, wie z.B. Umweltbelastung oder städtische Lebensqualität. Zur längerfristigen Sicherung positiver Effekte der untersuchten Konzepte wäre eine Analyse der Felder Mobilitätsentwicklung (Verkehrsleistung und -strukturen), Verkehrsfluß, Verkehrssicherheit, Verlagerungs- bzw. Verdrängungseffekte, Umweltbelastung, Auswirkungen auf die wirtschaftliche Entwicklung (regional wie bundesweit), Standort- bzw. Wohnortqualität (Urbanität) sowie Stadt- bzw. Regionalstruktur von Interesse.
- Eine umfassendere Analyse und Bewertung des Einsatzes von Telematik-Techniken und -Diensten, um **Akzeptanzprobleme und Diffusionshemmnisse** frühzeitig erkennen und **Problemlösungspotentiale** qualifizieren zu können. Eine weiterführende Technikfolgen-Abschätzung sollte - unter Vorgabe verkehrspolitischer Rahmenbedingungen - **konkrete Hinweise bzw. Richtlinien zur künftigen Gestaltung neuer Techniken und deren Nutzung herleiten.**

Option "Einsatz von IuK-Techniken zum Verkehrsmanagement im Personen- und Güterstraßenverkehr zusammen mit dem Einsatz verschiedener preislicher Maßnahmen"

Mit den bisherigen Steuer- und Abgabemodellen standen nur relativ allgemein und pauschal einsetzbare preispolitische Instrumente zur Verfügung. Moderne IuK-Techniken bieten neue Möglichkeiten, preisliche Maßnahmen gezielt zur Verkehrslenkung einzusetzen. Dagegen werden jedoch erhebliche Einwände, insbesondere in bezug auf die soziale Unausgewogenheit dieser Maßnahmen, erhoben. Um die Wirksamkeit dieser Maßnahmen und ihre Folgen für Privathaushalte sowie Unternehmen und Selbständige besser beurteilen zu können, wurden durch das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung im Auftrag des TAB Modellrechnungen für den Straßenpersonenverkehr und den Straßengüterverkehr durchgeführt.

An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, daß die vom TAB untersuchten Optionen bzw. einzelne Elemente der Optionen **keinesfalls den Charakter verkehrspolitischer Handlungsempfehlungen haben**. So dienen die zur Option "Einsatz von IuK-Techniken zum Verkehrsmanagement im Personen- und Güterstraßenverkehr zusammen mit dem Einsatz verschiedener preislicher Maßnahmen" auf der Basis verschiedener "Preisszenarien" durchgeführten Modellrechnungen dazu, die betroffenen Gruppen einzugrenzen und den Grad der Betroffenheit von den ausgewählten Maßnahmen sowie die Reaktionsmöglichkeiten auf diese Maßnahmen abzuschätzen. Dabei ist die Abhängigkeit der Ergebnisse von einer Vielzahl von Annahmen (bzw. von deren Eintreten) zu beachten. Erst wenn die Ergebnisse solcher Analysen vorliegen, kann - und muß - auf politischer Ebene über die Zumutbarkeit und die politische Durchsetzbarkeit der Maßnahmen bzw. Maßnahmenbündel diskutiert werden.

Was kann man durch preisliche Maßnahmen erreichen?

In den "Preisszenarien", die diesem Teil der Untersuchung zugrundegelegt wurden, wurden vor allem die Instrumente der Straßenbenutzungsgebühren und der Mineralölsteuer berücksichtigt. Ein wesentliches Merkmal der Preisszenarien ist der Ankündigungseffekt, der langfristige Verhaltensanpassungen an die veränderten Gegebenheiten ermöglichen soll. Die Szenarienmaßnahmen sind in einem Zeitraum von fünfzehn Jahren umzusetzen. Die für die Wirkungen der Maßnahmen in den Preisszenarien unterstellten Anpassungsreaktionen der privaten Haushalte bestehen dabei einmal in fahrzeugbezogenen Reaktionen, wie

dem Kauf kleinerer oder sparsamerer Fahrzeuge, sowie in verkehrsbezogenen Reaktionen, wie der Verlagerung von Pkw-Fahrten auf andere Verkehrsmittel, Vermeidung von Fahrten, veränderte Zielwahl und bessere Fahrzeugauslastung.

Je nach Szenario sind Fahrleistungsreduktionen des motorisierten Individualverkehrs zwischen 8,8 % und 25,6 % zu erwarten. Durch die bessere Auslastung der Fahrzeuge liegen die Verminderungen der Verkehrsleistung jedoch nur zwischen 5,7 % und 17,1 %. Die errechneten Fahrleistungsreduktionen müssen nicht mit Mobilitätseinbußen verbunden sein. Besonders bemerkenswert ist die zu erwartende erhebliche Verminderung des Kraftstoffverbrauchs um 36,5 % bis 59,3 % und die damit verbundene Reduktion der CO₂-Emissionen. Die ausgeprägtesten Verminderungen werden dabei bei einer drastischen Mineralölsteuererhöhung abgeschätzt. Bei Unternehmen und Selbständigen sind die Auswirkungen der zusätzliche Kostenbelastungen erheblich geringer als bei privaten Haushalten.

Tab. 1: Übersicht über die in den "Preisszenarien" getroffenen Annahmen

| | Ist 1994 | Maßnahmen zu Szenarien nach 15 Jahren | | |
|--|----------|--|--------|------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Mineralölsteuer DM/l | | | | |
| Vergaserkraftstoff | 0,98 | 2,00 | 2,00 | 4,00 |
| Dieselmkraftstoff | 0,62 | 2,18 | 2,18 | 4,36 |
| Tankstellenpreis | | | | |
| Vergaserkraftstoff | 1,55 | 2,72 | 2,72 | 5,01 |
| Dieselmkraftstoff | 1,15 | 2,94 | 2,94 | 5,45 |
| Autobahnbenutzung | | | | |
| Pkw DM/km | - | 0,20 | - | - |
| Lkw DM/km | - | 0,80 | 0,80 | - |
| Vignette DM/Jahr | | | | |
| Lkw | 2.200,00 | - | - | - |
| Pkw | - | - | 300,00 | - |
| Parkraumbewirtschaftung DM/Std. | | | | |
| | - | - | - | 4,00 |
| Ballungsraumzufahrt DM | | | | |
| | - | 5,00 | 5,00 | - |

Wie würden im Falle der Umsetzung der untersuchten Preisszenarien die Belastungen der Haushalte ausfallen?

Wenn die Anpassungsreaktionen im unterstellten Umfang eintreten würden, fielen die zu erwartenden Belastungen der Privathaushalte mit einer mittleren monatlichen Mehrbelastung von etwa 50,- DM geringer aus, als es einfache Hochrechnungen zunächst vermuten ließen. Die zusätzliche Kostenbelastung des Pkw-Verkehrs durch die angenommenen preislichen Maßnahmen würde zu Mehreinnahmen von über 30 Mrd. DM jährlich führen. Dabei sind die Wirkungen auch von der Einkommenshöhe abhängig. Etwa 10 % der Haushalte mit Pkw (2 Mill. Haushalte mit rund 5 Mill. Haushaltsangehörigen) würden durch die preislichen Maßnahmen in ihrer Automobilität erheblich eingeschränkt, bei rund zwei Dritteln der Haushalte mit Pkw wären die Auswirkungen auf die finanzielle Haushaltssituation gering.

Angesichts dieser Ergebnisse könnte ein Mindeststandard an notwendigen Verkehrsleistungen für die besonders betroffenen Einkommensgruppen durch entsprechende Kompensationsmaßnahmen - die Mittel dafür dürften aus den zusätzlichen Einnahmen zur Verfügung stehen - sichergestellt werden. Diese sollten allerdings vorrangig auf die Bereitstellung attraktiveren Verkehrsalternativen im öffentlichen Verkehr ausgerichtet sein. Dies käme zudem auch den Haushalten zugute, die keinen Pkw besitzen.

Welche Konsequenzen hätten die Preisszenarien für den Güterverkehr?

Die Modellrechnungen zu den Wirkungen preislicher Maßnahmen im Güterstraßenverkehr ergaben, daß auch bei recht drastischen Kostenerhöhung um etwa 50 % im Straßengüterfernverkehr und bis zu 30 % im Nahverkehr die Lkw-Fahrleistung insgesamt nur um etwa 10 % verringert wird. Im Nahverkehr beträgt die Verringerung der Fahrleistung wegen der begrenzten Ausweichmöglichkeiten nur wenige Prozent, im Fernverkehr allerdings immerhin etwa 20 %. Im Güterfernverkehr ließen sich weitere Reduktionen erreichen, wenn Angebotsverbesserungen seitens der Bahn sowie weitere flankierende Maßnahmen realisiert würden. Durch die Einführung von Straßenbenutzungsgebühren, flankiert durch eine stetige Anhebung der Mineralölsteuer, ließen sich im Bereich des Güterfernverkehrs wirksame Anreize zur Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung von Güterstraßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger setzen, ohne daß damit eine wesentliche Erhöhung der Güterpreise verbunden wäre. Wegen der geringen Sensitivität der Produktpreise bezüglich der

Veränderung von Transportpreisen sind die sektoralen Preiseffekte der untersuchten Lkw-Transportkostenerhöhungen insgesamt sehr gering, die durchschnittliche Verteuerung der Güter beträgt weniger als 1 %.

Option "Attraktivitätssteigerung im ÖPNV"

Ein gut organisierter und attraktiver ÖPNV kann viel zur Verbesserung der Verkehrssituation in Ballungsräumen beitragen. Einige Erfolgsmodelle, etwa das Verkehrskonzept der Stadt Zürich, sind das Ergebnis einer konsequenten Anwendung ordnungsrechtlicher Maßnahmen. Besondere Attraktivität erhalten die ÖPNV-Modelle, wenn sie mit neuen Organisationskonzepten zur Nutzung individueller Verkehrsmittel, z.B. Carsharing, verknüpft werden.

Daß auch eine überzeugende Angebotspolitik im Bereich des ÖPNV erfolgreich sein kann, zeigt die Fallstudie zum "Karlsruher Modell". Dessen Erfolg war das Ergebnis einer Vielzahl abgestimmter Maßnahmen, wie der Verbund aller öffentlichen Verkehrsmittel im Einzugsbereich von Karlsruhe, die Abstimmung der Fahrpläne der einzelnen Verkehrsträger im Rahmen eines koordinierten Taktverkehrs, eine einheitliche, übersichtliche und attraktive Tarifstruktur, der Einsatz moderner Fahrzeuge und die umfassende Information der Bevölkerung über den Verkehrsverbund. Auch führt die Beteiligung der Gebietskörperschaften an dem Betriebskostendefizit dazu, daß das öffentliche Verkehrssystem in die örtlichen Planungs- und Finanzierungsüberlegungen einbezogen wird. Unabhängig von der Einführung des "Karlsruher Modells", jedoch in etwa gleichzeitig damit ergriffene Maßnahmen, wie z.B. die Beschränkung und Verteuerung des Parkraums, haben sicherlich flankierend zum erzielten Effekt beigetragen. Auch bezüglich seiner Kostendeckung ist das "Karlsruher Modell" als Erfolg anzusehen, da mit über 80 % ein für den ÖPNV überdurchschnittlicher Kostendeckungsgrad für die Betriebskosten erreicht wurde.

Was kann ein attraktiv gestalteter öffentlicher Personennahverkehr bewirken?

Anhand eines beispielhaft ausgewählten Nahverkehrskorridors wurden die verkehrlichen Effekte bestimmt. Die Anzahl der dort mit dem ÖPNV zurückgelegten Wege stieg - bei geringfügiger Zunahme der Gesamtzahl der Wege - um etwa 50 %, während die Zahl der Pkw-Fahrten leicht abgenommen hat. Die auf den ÖPNV verlagerte Pkw-Fahrleistung betrug knapp 10 %. Überraschend war die große Nachfrage an Wochenenden, ein Hinweis auf die mögliche Rolle des

ÖPNV als attraktives Transportmittel auch für den immer bedeutender werdenden Freizeitbereich. Es hat sich auch bestätigt, daß ein Teil der Verlagerung zum ÖPNV auf Kosten des Fußgänger- und des Fahrradverkehrs geht. Zudem induzieren attraktive Nahverkehrskonzepte Neuverkehr.

Die erreichte Verlagerung von Straßenverkehr auf den ÖPNV hat zu beträchtlichen Emissionsminderungen sowie zur Verbesserung der Immissionssituation im betrachteten Korridor geführt. Ein weiterer bedeutender Umweltvorteil besteht darin, daß die Stadtbahn eine achsenorientierte Siedlungsentwicklung unterstützt, die mit geringerem Landverbrauch und erheblich geringeren Zerschneidungseffekten von Landschaften verbunden ist als die durch den motorisierten Individualverkehr begünstigte disperse Siedlungsentwicklung.

Welche politisch-rechtlichen Rahmenbedingungen wären zu verbessern, um attraktive ÖPNV-Modelle langfristig zu sichern?

- Berücksichtigung der Anforderungen einer ÖPNV-gerechten Erschließung in der verbindlichen Bauleitplanung durch entsprechende Novellierung des Baugesetzbuches (BauGB)
- Verpflichtung zur Beachtung der geltenden Nahverkehrspläne in der verbindlichen Bauleitplanung durch entsprechende Novellierung des BauGB
- stärkere Berücksichtigung des motorisierten Individualverkehrs in den Nahverkehrsplänen bzw. Schaffung eines Gesamtverkehrsplans als institutionalisiertes Instrument
- Erhöhung der Bindungswirkung des Nahverkehrsplans in Richtung auf die Gesamtplanung
- einheitliche Regelungen für die Erstellung von Nahverkehrsplänen für Regionen mit Verkehrsverbänden, die über die Grenzen eines Bundeslandes hinausgehen
- Verbesserung der Kontrolle hinsichtlich Konsistenz und Zielkonfliktfreiheit der verschiedenen Planungen auf den höheren Planungsebenen

1.4 Publikationen und Materialien

TAB-Veröffentlichungen und Materialien

- TAB-Arbeitsbericht Nr. 56: TA-Projekt "Entwicklung und Analyse von Optionen zur Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung von Straßen-

verkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger" - Endbericht/Kurzfassung (Autoren: G. Halbritter, R. Bräutigam, T. Fleischer, S. Klein-Vielhauer, Ch. Kupsch, H. Paschen), Oktober 1998

Vom TAB in Auftrag gegebene Gutachten (Auswahl)

- TA-Vorstudie zum Projekt "Entwicklung und Analyse von Optionen zur Entlastung des Verkehrsnetzes sowie zur Verlagerung des Straßenverkehrs auf umweltfreundlichere Verkehrsträger" (Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt/HA Verkehrsforschung)
- Ökonomische Folgenanalyse im Rahmen des TAB-Projekts "Optionen zur Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger" (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin)
- Das Stadtbahnkonzept und seine Eignung zur nachhaltigen Verlagerung von motorisiertem Individualverkehr zum ÖPNV (INOVAPLAN, Karlsruhe)
- Entwicklung des öffentlichen Personennahverkehrs in ausgewählten Ballungszentren der neuen Bundesländer - eine Bewertung (EBF Ingenieurgesellschaft für Umwelt- und Bautechnik, Dresden)
- Kurzstudie zur Überprüfung von Rahmenbedingungen zur Sicherung des Erfolgs von Planungen des öffentlichen Personennahverkehrs (INOVAPLAN, Karlsruhe)
- Erprobung von IuK-Techniken in Feldversuchen (Institut für Straßen- und Verkehrswesen, Universität Stuttgart)
- Kapazitätsreserven im Schienenpersonenverkehr (Institut für Verkehrswesen, Eisenbahnbau und -betrieb, Hannover)

1.5 Projektbearbeiter/in

Prof. Dr. Günter Halbritter (07247/82 48 71)

Torsten Fleischer (07247/82 45 71)

Sigrid Klein-Vielhauer (07247/82 36 45)

Prof. Dr. Herbert Paschen (07247/82 25 00)

2. Gentechnik, Züchtung und Biodiversität

2.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Das TA-Projekt zum Themenfeld "Gentechnik und Züchtung unter dem Aspekt der 'biologischen Vielfalt' im Agrarbereich" geht auf einen Vorschlag des **Ausschusses für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten** zurück. Die Fragestellung wurde auf den Bereich der Pflanzenzüchtung eingegrenzt und sollte - so weit wie möglich - auf den deutschen Agrarbereich, unter Berücksichtigung der europäischen Rahmenbedingungen, beschränkt werden.

Zielsetzung des TA-Projektes war es zu untersuchen, **welche negativen Einflüsse vom Einsatz der Gentechnik in der Pflanzenzüchtung auf die Biodiversität ausgehen können, welche Beiträge Züchtung und Gentechnik zum Erhalt der Biodiversität leisten können** und schließlich welche **politischen Gestaltungsmöglichkeiten ableitbar** sind. Es zeigte sich, daß eine Beschränkung auf eine technikzentrierte Perspektive bei diesem Thema unbefriedigend gewesen wäre. Insbesondere zur Frage der Erhaltungsmöglichkeiten pflanzengenetischer Ressourcen und biologischer Vielfalt allgemein erschien eine thematische Erweiterung notwendig, um die Bedeutung von Gentechnik und Züchtung im Rahmen der Gesamtproblematik darstellen zu können.

Andererseits machten die umfangreichen inhaltlichen Zusammenhänge eine Beschränkung des vertieft bearbeiteten Themenspektrums notwendig. Die Schwerpunkte des Berichtes sind die **Beschreibung von Wirkungsketten**, die vom Einsatz neuer Pflanzensorten in der Landwirtschaft auf die Biodiversität ausgehen können, sowie eine **Darstellung und Diskussion der Erhaltungsmöglichkeiten für biologische Vielfalt**, insbesondere pflanzengenetische Ressourcen.

2.2 Stand der Arbeiten

Die Bearbeitung des Projektes wurde nach Beauftragung durch den damaligen Ausschuß für Bildung, Wissenschaft, Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung (BFTA) im Herbst 1996 begonnen. Vier Gutachten wurden vom TAB zur Darstellung des wissenschaftlichen und politischen Diskussionstandes in Auftrag gegeben. Der Endbericht wurde im April 1998 den Berichterstatte-rinnen und Berichterstattem für Technikfolgen-Abschätzung des BFTA vorge-

legt, im Juni 1998 vom BFTA abgenommen und im Juli als Bundestagsdrucksache (BT-Drs. 13/11253) veröffentlicht.

2.3 Ergebnisse

Die **biologische Vielfalt (Biodiversität)** umfaßt die drei Ebenen der genetischen Vielfalt, der Artenvielfalt und der Ökosystemvielfalt. Von den geschätzten 10 bis 20 Mio. Arten auf der Erde sind erst etwa 1,75 Mio. wissenschaftlich erfaßt. Noch geringer sind die Kenntnisse über genetische Vielfalt innerhalb von Arten bzw. Populationen. Ebenso sind die Kenntnisse über die Wechselwirkungen zwischen Ökosystemvielfalt einerseits und genetischer und Artenvielfalt andererseits sowie über die Auswirkungen von Fragmentierung, Verkleinerung, Vereinfachung und Zerstörung von Ökosystemen auf die biologische Vielfalt sehr unvollständig.

Die **pflanzengenetischen Ressourcen (PGR)** umfassen das gesamte generative und vegetative Reproduktionsmaterial von Pflanzen mit aktuellem oder potentielltem Wert für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Als Folge der Intensivierung der Agrarproduktion ist - nach einem Höhepunkt agrarischer Vielfalt um die Mitte des 19. Jahrhunderts - ein **erheblicher Teil der PGR bedroht bzw. verloren** gegangen. Die noch vorhandenen PGR sind unzureichend erfaßt, charakterisiert und evaluiert. Insbesondere fehlen Kenntnisse über die genetische Variation von PGR an den natürlichen Standorten sowie über die Mindestgrößen von Populationen für die Erhaltung der genetischen Vielfalt.

Pflanzenzucht und rechtliche Regulierung

Die kommerzielle Pflanzenzüchtung konzentriert sich aus ökonomischen Gründen auf wenige Hauptfruchtarten. Seit den 50er Jahren hat ein **Konzentrationsprozeß** bei den angebauten Kulturarten und Sorten stattgefunden, wobei seit Mitte der 80er Jahre ein **schnellerer Sortenwechsel** zu beobachten ist. Allerdings ist die genetische Diversität zwischen den Sorten vermutlich oftmals gering. Während in vielen Industrieländern Großunternehmen den Saatgutmarkt dominieren, wird die Situation in Deutschland durch eine **Vielzahl kleiner und mittlerer Züchtungsunternehmen** geprägt. Die moderne biotechnologische, insbesondere die gentechnisch unterstützte Züchtung stellt für die mittelständisch strukturierte deutsche Pflanzenzüchtung eine Herausforderung

dar, weil sie mit hohen Kosten verbunden und der Zugang zu Genkonstrukten infolge der Patentierung unter Umständen nicht gesichert ist.

Das **Sortenschutzrecht** stellt als privates Ausschließlichkeitsrecht die rechtliche Voraussetzung für die Refinanzierung der Züchtungsinvestitionen dar, während das **Saatgutverkehrsgesetz** den Handel von Saat- und Pflanzgut zum Schutz der Verbraucher regelt. Sorten, die über keine Zulassung verfügen, dürfen auch nicht gehandelt werden. Die **derzeit geltenden Zulassungskriterien** für neue Sorten verhindern die Handelbarkeit vieler Alter Sorten sowie von Land- und Hofsorten und wirken sich dadurch ungünstig auf die pflanzengenetische Vielfalt im Anbau aus. Nicht nur die Zulassungskriterien Homogenität und Beständigkeit, sondern auch die bisherige Praxis der Auslegung des Kriteriums "landeskultureller Wert" in Richtung Ertrags-, Resistenz- und Qualitätseigenschaften würden eine Diversifizierung der Zuchtziele und damit der Pflanzensorten einschränken, wird teilweise kritisiert. Im Hinblick auf das Verhältnis zwischen Sortenschutz und **Patentrecht** wird die Befürchtung geäußert, daß die konventionelle bzw. traditionelle Züchtung in Zukunft behindert werden könnte durch die neuen Schutzelemente, die aufgrund der spezifischen Anforderungen bio- und insbesondere gentechnologischen Methoden nötig wurden. Der Saatgutmarkt drohe dadurch eine unerwünschte Entwicklung in Richtung einer zunehmenden Konzentrierung, bei bestimmten Pflanzenarten gar Monopolisierung zu nehmen.

Auswirkungen neuer Sorten auf die biologische Vielfalt

Direkte Auswirkungen neuer Sorten können auf innerartlicher Ebene die (genetische) Vielfalt der **zugelassenen und angebauten Sorten**, auf Speziesebene die Zahl der **angebauten Kulturarten** und auf Ökosystemebene die Mengenteile der Kulturarten sowie die **Fruchtfolgen** betreffen. Die Wahl einer neuen, vorzüglichen Sorte kann im Einzelbetrieb oder auch in einer Region - je nach Rahmenbedingungen - entweder eine Ausweitung oder (z.B. im Falle einer Abnahmebegrenzung) eine Einschränkung der Anbauflächen nach sich ziehen, wodurch wiederum die Anbauvielfalt erniedrigt oder erhöht bzw. als Folge von Extensivierungen oder gar Flächenstillegungen das Agrarökosystem grundlegender beeinflußt werden kann. Es ist - **auf der Grundlage der vorliegenden Informationen - nicht plausibel**, von der modernen (konventionellen oder gentechnisch unterstützten) Pflanzenzüchtung **so überlegene neue Sorten** zu erwarten, die (in Deutschland und/oder Europa) großflächig und in einem Umfang angebaut werden, **daß daraus gegenüber der bestehenden Situation**

eine spürbare Einengung der Arten- und Sortenvielfalt resultieren würde. Vielmehr werden kurz- und mittelfristig - und aller Voraussicht nach auch langfristig - andere Faktoren, wie die agrarpolitischen Rahmenbedingungen, die weltweite Nachfrage nach Agrarprodukten oder auch geographische Restriktionen, die entscheidenden Einflüsse auf Art und Umfang der angebauten Kulturarten und Sorten ausüben.

Indirekte Auswirkungen des Einsatzes neuer Pflanzensorten können sowohl die inter- und intraspezifische Vielfalt der Agrarökosysteme (abgesehen von den angebauten Kulturpflanzen selbst) als auch die der umgebenden oder über Wirkungsketten verbundenen Ökosysteme betreffen. **Zwei potentielle Einwirkungspfade** wurden im TA-Projekt analysiert: einerseits die **Folgen einer veränderten Anbaupraxis**, die aus den Eigenschaften neuer Sorten resultieren können, andererseits **mögliche Auswirkungen der Einbringung neuer Merkmale** durch **Verwilderung** und **Auskreuzung** oder **horizontalen Gentransfer**. Einflüsse können insbesondere auf Bodenlebewesen, Ackerbegleitflora, Pflanzenkrankheiten, Schädlinge und Nützlinge ausgehen. Die Beeinflussung der Anbaupraxis durch die derzeit absehbaren gentechnisch veränderten Pflanzensorten sowie die daraus resultierenden Auswirkungen auf die Biodiversität sind **nur sehr eingeschränkt zu prognostizieren**, zum einen wegen der Vielfalt der geographischen Regionen in Mitteleuropa, zum andern wegen der Vielzahl interagierender Faktoren. Aus der - meist gentechnisch erfolgten - Übertragung monogener Resistenzen gegenüber Krankheiten und Schädlingen lassen sich vor allem Wirkungsketten hinsichtlich der **Resistenzentwicklung** ableiten, die u.U. von großer praktischer Relevanz sein werden. Eine schnelle Resistenzüberwindung durch Krankheitserreger oder Schädlinge stellt primär einen Nachteil der Sorte und ihres Anbaus selbst dar. Bei einem großflächigen Anbau von transgenen Sorten mit *Bacillus-thuringiensis*-(B.t.)-Genen ist allerdings auch die bisherige Anwendung von B.t.-Präparaten im konventionellen und vor allem im ökologischen Landbau bedroht. Der großflächige Anbau von B.t.-Mais und B.t.-Baumwolle in den USA wird erste konkrete Hinweise liefern, ob die bislang entwickelten Resistenzmanagement-Strategien adäquat und wirkungsvoll sind.

In der Diskussion um die **biologische Sicherheit** der Gentechnik in der Pflanzenzüchtung werden als mögliche Auswirkungen die Verwilderung von Nutzpflanzen sowie der vertikale und horizontale Transfer von Genen aus der Nutzpflanze auf andere Arten diskutiert.

Das **Auswilderungspotential** von Nutzpflanzen ist - natürlich mit einem gewissen Maß an Unsicherheit - beschreibbar. Trotz der entwicklungsgeschicht-

lichen, verwandschaftlichen Beziehungen zwischen Nutzpflanzen und Unkräutern ist bis heute kein Fall bekannt, in dem eine hoch domestizierte Nutzpflanze sich außerhalb von Agrarökosystemen hätte etablieren können. Denn grundsätzlich sinkt das Auswilderungspotential mit dem Grad an züchterischer Bearbeitung und der damit einhergehenden Distanz zur Wildpflanze. Die bisherigen Freisetzungsversuche mit transgenen Pflanzen haben keine erhöhte Fitneß gegenüber vergleichbaren konventionellen Sorten erkennen lassen. Das Wissen um die Parameter, die die ökologische Fitneß bestimmen, ist allerdings noch rudimentär. Da die konventionelle und gentechnisch unterstützte Pflanzenzüchtung auf die Anbaueignung für landwirtschaftliche Produktionssysteme hin selektiert, ist aber die **Verwilderung von neuen Sorten prinzipiell unwahrscheinlich**.

Über das Auskreuzen mit verwandten Wildpflanzen können einzelne Merkmale oder Merkmalsgruppen auf Dauer in Wildpopulationen eingebracht werden (sog. **vertikaler Gentransfer** zwischen fortpflanzungsfähigen Kreuzungspartnern). Ein spezifisches gentechnisch vermitteltes Risiko (immer verglichen mit entsprechenden konventionellen Hochleistungssorten) kann allgemein nicht benannt werden. Manche der längerfristig anvisierten, gentechnisch zu erreichenden Züchtungsziele, wie Resistenz- bzw. Toleranzeigenschaften gegenüber abiotischen Streßfaktoren oder ein erhöhtes Stickstoffaneignungsvermögen, könnten allerdings möglichen Empfängerpflanzen nach einem vertikalen Gentransfer **einen ökologisch relevanten Vorteil** bieten. Außer von den Merkmalseigenschaften sind eventuelle Auswirkungen von einer Vielzahl von Ökosystemfaktoren abhängig. Ob über den vertikalen Gentransfer tatsächlich einmal **relevante Auswirkungen** auf die biologische Vielfalt resultieren können, ist **beim derzeitigen Erkenntnisstand nicht abzuschätzen**.

Ein ähnlich geringer Erkenntnisstand muß in der Frage des **horizontalen Gentransfers** konstatiert werden, also dem nicht-sexuellen Austausch genetischer Information zwischen Populationen. Im Gegensatz zum vertikalen ist der horizontale Gentransfer (Übertragung Pflanze-Pilz und Pflanze-Virus sind experimentell nachgewiesen) ein statistisch sehr seltenes Ereignis. Im Zusammenhang dieses TA-Projektes interessiert letztendlich nur die Frage, ob von einem Gentransfer ernsthafte Gefahren für die biologische Vielfalt ausgehen könnten. Bei **den meisten bislang übertragenen Genen**, ob für Antibiotika-, Herbizid- oder Insektenresistenzen, **kann eine solche Gefährdung nicht plausibel beschrieben werden**. Konkrete Probleme können jedoch möglicherweise aus der **Verwendung viraler Sequenzen** zur sog. Prämunisierung von Pflanzen erwachsen. Durch die konstitutive Anwesenheit viraler Gene in großflächig

angebauten Pflanzen könnte die Entstehung neuer Virustypen, z.B. mit geänderten Wirtsspektrum, gefördert werden.

Erhaltungsmaßnahmen für Biodiversität: Ex situ, in situ und on farm

Ex-Situ-Sammlungen (Genbanken) enthalten im Durchschnitt etwa 60 % der vorhandenen Variationsbreite der wichtigsten Kulturpflanzen. Bei den heimischen Kulturpflanzen, wie Ährengetreide und Zuckerrüben, befindet sich schon mehr als 90 % des genetischen Materials in deutscher Ex-situ-Erhaltung. Ex-situ-Maßnahmen sind für die reich gegliederten Kulturpflanzen und die Unkräuter vom konvergenten Entwicklungstyp unverzichtbar. Die Reproduktion des eingelagerten Materials stellt die Hauptschwierigkeit bei der Ex-situ-Erhaltung dar.

Deutschland verfügt über eine hohe Vielfalt an heimischen genetischen Ressourcen im Bereich der Zierpflanzen, der Arznei- und Gewürzpflanzen, der Futterpflanzen sowie der Gehölze einschl. Obstpflanzen. Die **In-situ-Erhaltung** ist die einzige Möglichkeit zur Erhaltung der großen Mehrzahl der Wildpflanzen und zur Bewahrung eines großen Artenreichtums bei gleichzeitiger Garantie einer weiteren evolutionären Entwicklung. Die Verankerung der Erhaltung der biologischen Vielfalt und des Schutzes der PGR im deutschen Naturschutz ist unzureichend. Da reine Schutzgebiete in Deutschland kaum 2 % der Gesamtfläche ausmachen, land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen dagegen rund 85 %, kommt der engen Kooperation von Naturschutz und Landwirtschaft eine hohe Bedeutung zu.

Die **On-farm-Erhaltung** ist eine Sonderform der In-situ-Erhaltung für domestizierte Pflanzen, die durch traditionelle bäuerliche und gärtnerische Bewirtschaftungsweisen geprägt ist. Die On-farm-Erhaltung erfolgt durch Anbau und Nutzung der betreffenden Arten und Sorten (z.B. Alte Sorten) in landwirtschaftlichen Betrieben. Hierbei handelt es sich im Gegensatz zur konservierenden Erhaltung (z.B. in Genbanken) um eine dynamische Erhaltung, die fortgesetzte evolutionäre Prozesse ermöglicht. Während in Deutschland die Vielfalt der Ackerpflanzen on-farm stark eingeschränkt ist, bestehen bei Gräsern und Futterpflanzen, Obstgehölzen sowie im Gartenbau gute Ausgangsbedingungen für die On-farm-Erhaltung. Die On-farm-Erhaltung ist ein relativ neues Konzept, Langzeiterfahrungen liegen daher noch nicht vor.

Die Ex-situ-, On-farm- und In-situ-Erhaltung haben jeweils **spezifische Vor- und Nachteile**. Eine alleinige Konzentration auf einen Erhaltungsansatz kann den Anforderungen an die Erhaltung und nachhaltige Nutzung pflanzengeneti-

scher Ressourcen nicht gerecht werden. Eine stärkere Gewichtung von On-farm- und In-situ-Erhaltung bei PGR ist noch zu vollziehen. Für die Erhaltung der biologischen Vielfalt insgesamt ist die In-situ-Erhaltung von ganz zentraler Bedeutung. Eine Abstimmung und Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Erhaltungsansätzen gibt es in die Deutschland nur in Einzelfällen, eine systematische Kombination der Erhaltungsmöglichkeiten erfolgt nicht.

Zur Umsetzung internationaler Verpflichtungen

Mit der **Konvention über biologische Vielfalt** (CBD, Rio 1992) und dem **globalen Aktionsplan zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung der pflanzengenetischen Ressourcen** (GPA, Leipzig 1996) ist die Bundesrepublik Deutschland wichtige internationale Verpflichtungen eingegangen. Der Erhalt der biologischen Vielfalt, insbesondere der PGR, in den Zentren der genetischen Vielfalt ist für Deutschland und die deutsche Landwirtschaft von großer Bedeutung. Außerdem bedürfen die internationalen Vereinbarungen zur biologischen Vielfalt und zu PGR einer Harmonisierung.

Das Thema Biodiversität hat einen starken Querschnittscharakter. Auf **Bundesebene** ist das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zuständig für die Konvention über biologische Vielfalt, das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten für die pflanzengenetischen Ressourcen. Die Aufgabe der Erhaltung von biologischer Vielfalt und pflanzengenetischen Ressourcen betrifft darüber hinaus verschiedene Fachpolitiken bzw. Ressorts auf der **Ebene von EU, Bund und Ländern**, wobei Verständnis und Akzeptanz dieser neuen Aufgabe in vielen dieser Institutionen noch gering sind. Der im Rahmen der Verpflichtungen aus der Biodiversitätskonvention vorgelegte "Nationalbericht Biologische Vielfalt" der Bundesregierung unter Federführung des BMU formuliert ein **strategisches Rahmenkonzept** zur Erfüllung der Handlungsziele im Bereich biologische Vielfalt. Aufgabe der kommenden Jahre wird es sein, bestehende Aktivitäten und Ansätze auf den verschiedensten gesellschaftlichen und politischen Ebenen zusammenzuführen und zu einer **nationalen Strategie** weiterzuentwickeln und umzusetzen.

Handlungsbedarf und Handlungsmöglichkeiten

Die moderne Landwirtschaft hat durch Intensivierung, Rationalisierung, Spezialisierung und Konzentration der Produktion maßgeblich zur Verringerung der biologischen Vielfalt bei Kultur- wie bei Wildpflanzen in Deutschland bei-

getragen. Wirkungen auf die biologische Vielfalt sind dabei insbesondere von den Veränderungen bei Düngung, Pflanzenschutz, Fruchtfolgen und Flurbereinigung ausgegangen. Pflanzenzüchtung und moderne Pflanzensorten sind Bestandteil der veränderten landwirtschaftlichen Produktionssysteme und wirken eher indirekt auf die biologische Vielfalt. Die Ergebnisse des TA-Projektes führen zu dem Schluß, daß **die Nutzung gentechnischer Verfahren** in der Pflanzenzüchtung im Vergleich zu den konventionellen Züchtungsmethoden kurz- bis mittelfristig in Deutschland bzw. dem mitteleuropäischen Raum **keinen spezifischen, signifikanten negativen Einfluß auf die biologische Vielfalt haben wird**. Andererseits wird die gentechnisch unterstützte Pflanzenzüchtung auch **keinen wesentlichen Beitrag zur Erhaltung und Ausweitung der pflanzengenetischen Ressourcen leisten**. Die Wirkungsketten, die mit der Einführung neuer Sorten verbunden sind und die zum Verlust von biologischer Vielfalt und pflanzengenetischen Ressourcen führen können, sind jedoch wissenschaftlich bisher nur sehr unvollständig verstanden und sollten daher verstärkt untersucht werden.

Wenn die Zielsetzung "Erhaltung der biologischen Vielfalt" mit hoher Priorität verfolgt wird, ergibt sich daraus, daß der **Handlungsbedarf insbesondere direkt bei den Erhaltungsmaßnahmen** liegt. Dazu sollten die Ex-situ-, In-situ- und On-farm-Erhaltungsmaßnahmen verbessert und ausgebaut werden. Da es in Deutschland noch kein abgestimmtes Verfahren zur Erhaltung von pflanzengenetischen Ressourcen unter Einbeziehung aller Erhaltungsmaßnahmen gibt, sollte eine **kombinierte Erhaltungsstrategie** entwickelt werden. Dies wäre gleichzeitig ein wesentlicher Beitrag zur Erhaltung der biologischen Vielfalt in Deutschland. Zur nationalen Umsetzung der internationalen Vereinbarungen und zur Entwicklung und Umsetzung einer nationalen Strategie zum Erhalt der biologischen Vielfalt (incl. PGR) ist eine **enge Abstimmung und Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen betroffenen Politikfeldern und -ebenen** notwendig. In den nationalen Strategieentwicklungs- und umsetzungsprozeß sollten **interessierte und betroffene gesellschaftliche Gruppen** einbezogen werden. Von zentraler Bedeutung für eine dauerhafte Erhaltung und Förderung der Biodiversität wäre ein **flächendeckender Wandel zu einer nachhaltigen Landbewirtschaftung**, die die Förderung landwirtschaftlicher Vielfalt und den Schutz wildlebender Pflanzen und Tiere als wesentliche Elemente begreift. Prinzipien des ökologischen Landbaus, die im Vergleich zur nach wie vor vorherrschenden konventionellen Landwirtschaft eine stärkere Extensivierung und Diversifizierung einschließen, könnten dabei wichtige Leitlinien liefern.

2.4 Publikationen und Materialien

TAB-Veröffentlichungen und Materialien

TAB-Arbeitsbericht Nr. 55: TA-Projekt "Gentechnik, Züchtung und Biodiversität" - Endbericht (Autoren: R. Meyer, Ch. Revermann, A. Sauter), April 1998

Vom TAB in Auftrag gegebene Gutachten

- Zuchtziele konventioneller und gentechnischer Pflanzenzüchtung und die Bedeutung pflanzengenetischer Ressourcen (Prof. Dr. Wolfgang Friedt, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Universität Giessen)
- Direkte und indirekte Auswirkungen konventioneller und gentechnisch unterstützter Pflanzenzüchtung auf die Biodiversität (Dr. Stephan Albrecht und Prof. Dr. Volker Beusmann, Forschungsschwerpunkt Biotechnik, Gesellschaft und Umwelt (BIOGUM), FG Landwirtschaft und Pflanzenzüchtung, Universität Hamburg)
- Evaluation von Ex-situ- und In-situ-Maßnahmen zur Erhaltung pflanzengenetischer Ressourcen sowie Ableitung von Handlungsbedarf und -ansätzen (Prof. Dr. Karl Hammer, Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK), Gatersleben)
- Evaluation von Ex-situ- und In-situ-Maßnahmen zur Erhaltung pflanzengenetischer Ressourcen sowie Ableitung von Handlungsbedarf und -ansätzen (Dr. Thomas Plän, Institut für Biodiversität und Naturschutz e.V. (IBN), Regensburg)

2.5 Projektbearbeiter

Dr. Arnold Sauter (0228/23 35 10)

Dr. Rolf Meyer (0228/23 66 28)

Dr. Christoph Revermann (0228/23 34 36)

3. Forschungs- und Technologiepolitik für eine nachhaltige Entwicklung

3.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Eine dem Konzept der nachhaltigen zukunftsfähigen Entwicklung verpflichtete Wirtschafts- und Lebensweise impliziert einen weitreichenden ökologischen Strukturwandel. Dieser umfaßt umwelt- und sozialverträgliche Produktion und Produkte ebenso wie einen (natur)ressourcenschonenden Konsum- und Lebensstil. **Wissenschaft und Technik wird vielfach eine Schlüsselrolle für die Konkretisierung und Umsetzung dieses Konzeptes zuerkannt.** Infolgedessen werden hohe Ansprüche an die wissenschaftliche Forschung und technische Entwicklung gestellt - und damit auch an die Forschungs- und Technologiepolitik. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage nach dem Beitrag, den bundesdeutsche FuT-Politik zur Konkretisierung und Verwirklichung einer nachhaltigen Entwicklung leisten kann und soll, wie ihre gegenwärtigen Ziele, Konzepte und Instrumente daraufhin zu bewerten sind und welche Anforderungen an die FuT-Politik daraus abzuleiten sind.

3.2 Stand der Arbeiten

Das TAB wurde im September 1995 beauftragt, im Rahmen eines Monitoring die Möglichkeiten der Operationalisierung des Leitbildes "sustainable development" im Bereich der FuT-Politik (Kriterien, Methoden, Institutionen, Instrumente, Inhalte) zu klären sowie einen ersten Überblick darüber zu erarbeiten, wie andere europäischer Länder sowie die USA und Japan dieses Leitbild in der FuT-Politik zu verankern suchen bzw. inwieweit dies schon geschehen ist.

Auf der Basis der Ergebnisse des Monitoring (TAB-Arbeitsbericht Nr. 50) wurde das Projekt als TA-Projekt fortgeführt. Der Schwerpunkt der Arbeiten lag dabei weniger auf den Inhalten einer nachhaltigen FuT-Politik als auf den dazu nötigen neuen Verfahren und Instrumenten. Der im Rahmen des Monitoring erarbeitete international vergleichende Überblick über Ansätze einer Integration des Leitbildes nachhaltige Entwicklung in die FuT-Politik hatte ergeben, daß insbesondere das niederländische Programm "**Sustainable-Technology-Development**" (STD) einen Ansatz darstellt, der den von TAB erarbeiteten Kriterien einer "nachhaltigen FuT-Politik" Rechnung trägt. Um die Leistungs-

fähigkeit und Grenzen des Ansatzes und die Möglichkeiten der Übertragbarkeit auf die deutsche FuT-Politik zu untersuchen, wurde ein Studie zu den Hintergründen der Einrichtung des STD-Programmes in Auftrag gegeben. Mittels einer Analyse der einschlägigen Dokumente und Interviews mit den beteiligten Akteuren werden Abläufe, Mechanismen, Motivationen, Probleme und Widerstände sowie Ergebnisse des Programmes beschrieben und vor dem Hintergrund des vom TAB entwickelten Kriteriensets für eine an Nachhaltigkeit orientierte FuT-Politik bewertet. Um erste Hinweise auf die Übertragbarkeit des Programmes auf die deutsche FuT-Politik bzw. bezüglich nötiger Modifikationen des Ansatzes zu gewinnen, wurden die Ergebnisse der Studie zum STD-Programm deutschen forschungspolitischen Experten/innen zur Kommentierung vorgelegt.

Ergänzend wurde eine Studie zum Stand der wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Diskussion über nachhaltige Entwicklung in Deutschland in Auftrag gegeben. Der Überblick über den internationalen Stand der Integration des Leitbildes nachhaltige Entwicklung in die FuT-Politik wurde durch Studien zur Bedeutung des Leitbildes in der FuT-Politik der EU und ausgewählter europäischer Länder vertieft.

Im Juni 1998 hat das TAB einen Zwischenbericht vorgelegt, der auf der Basis der o.g. Arbeiten Möglichkeiten einer Integration des Leitbildes nachhaltige Entwicklung in die deutsche FuT-Politik in Form einer modifizierten Adaption des niederländischen STD-Ansatzes aufzeigt. Das TAB kommt in diesem Bericht zu dem Schluß, daß auf dem gegebenen Stand der Diskussion über eine nachhaltige FuT-Politik eine Weiterentwicklung der konzeptionellen Diskussion in erster Linie von praktischen Versuchen der Umsetzung des Leitbildes in die Forschungs- und Entwicklungsförderung zu erwarten ist. Die vorgesehene zweite Phase des TA-Projektes zur Weiterentwicklung eines Konzeptes für eine Neuorientierung der FuT-Politik erscheint aus der Sicht des TAB zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht sinnvoll.

3.3 Vorläufige Ergebnisse

Kriterien für eine am Leitbild nachhaltige Entwicklung ausgerichtete FuT-Politik

Es ist davon auszugehen, daß eine am Konzept der Nachhaltigkeit ausgerichtete FuT-Politik in der Regel nur dann ihren Ansprüchen gerecht werden kann,

wenn sie zugleich mit innovativen methodisch-konzeptionellen Forschungsansätzen - etwa einer verstärkten Förderung interdisziplinärer und problemorientierter Untersuchungen oder einer systematischen Untersuchung und Einbeziehung der Handlungsmöglichkeiten sozialer Akteure - verknüpft ist. Ausgehend von dieser Einschätzung wurden folgende **allgemeine Kriterien für eine an nachhaltiger Entwicklung ausgerichtete FuT-Politik** formuliert:

- problemorientierte Interdisziplinarität
- Verbindung von grundlagen- und theoriebezogener Forschung mit Anwendungs- und Gestaltungsorientierung
- Langfrist- und Folgenabschätzungsorientierung
- Verbindung von regionalen und globalen Analyseebenen
- Orientierung an gesellschaftlichen Bedürfnisfeldern
- Akteursorientierung

Diese Kriterien bieten einen **allgemeinen Orientierungsrahmen** für die Gestaltung von Methoden, Konzepten und Institutionen einer "nachhaltigen Forschungspolitik" und können so die Umsetzung von inhaltlichen Zielen und eine prozeßorientierte Vorgehensweise im Rahmen einer "nachhaltigen" Forschung und Technikentwicklung befördern. Gleichzeitig ermöglichen sie eine Bewertung, ob und wieweit sich die gegenwärtige FuT-Politik thematisch und methodisch-konzeptionell an nachhaltiger Entwicklung orientiert.

Das niederländische STD-Programm

Das niederländische Programm zur nachhaltigen Technologieentwicklung **Sustainable Technology Development Program (STD) (Durzame Technologische Ontwikkeling, DTO)** kann als ein hinsichtlich der Zielsetzung und Methode herausragender Ansatz zur Transformation der Technologiepolitik unter der Perspektive der nachhaltigen Entwicklung angesehen werden. In keinem anderen Land findet sich ein vergleichbarer Ansatz, der sich explizit der Entwicklung nachhaltiger Innovationen widmet und dabei auch vom Verfahren der Programmabwicklung her versucht, neue, der Durchsetzung nachhaltiger Innovationen zuträgliche Wege zu beschreiten. Das Programm kann so nicht nur von seiner Zielsetzung her, sondern auch hinsichtlich der Art und Weise der FuT-Förderung als innovativ angesehen werden.

Das STD-Programm versteht sich nicht als FuT-Programm im eigentlichen Sinne, sondern kann zum einen als eine Art **Meta-Forschungsprogramm** gesehen werden, das darauf abzielt, die Methoden zu untersuchen, mit denen sich

die beabsichtigten und für eine nachhaltige Entwicklung notwendigen "großen Sprünge" in der Technikentwicklung erzielen lassen. Zum anderen versteht sich das Programm als "**Stimulations- und Demonstrationsprogramm**", mittels dessen Ziele und Möglichkeit nachhaltiger Technikentwicklung aufgezeigt werden sollen, um so selbstorganisierte Prozesse nachhaltiger Innovationsprozesse in Gang zu setzen. Die Praktikabilität und der Nutzen des Leitbildes Nachhaltigkeit als neues Paradigma der Technikentwicklung soll demonstriert werden. Hierbei soll das Programm als "Katalysator" wirken. Da die Entwicklung nachhaltiger Technik als langfristiger Prozeß angesehen wird, dient das Programm in erster Linie dazu,

- Wirtschaft, Großforschungseinrichtungen und Hochschulen die ersten Erfahrungen in diesem Suchprozeß machen zu lassen und dabei auch neue Netzwerke zwischen den relevanten Akteuren anzuregen sowie
- Untersuchungsrichtungen, die zu einer nachhaltigen Technikentwicklung führen könnten, mit Hilfe von "Illustrationsprozessen" zu erkunden.

Das DTO-Programm fußt nicht auf einer neuen, nicht schon auch in anderen Kontexten erprobten Methode. Es stellt aber in der Kombination verschiedener Verfahren im Hinblick auf das Ziel, neue, nicht unmittelbar aus vorhandenen Technologielinien ableitbare und an einer nachhaltigen Wirtschafts- und Lebensweise orientierte Innovationsprozesse in Gang zu setzen, einen innovativen Weg in der Forschungs- und Technologiepolitik dar.

Das methodische Vorgehen des Programmes umfaßt im wesentlichen die folgenden Schritte: Auf der Basis von **Bedürfnisfeldanalysen**, die Aufschluß darüber geben sollen, welche Bedürfnisse im Jahr 2040 in verschiedenen Bedürfnisfeldern bestehen, werden in einem sogenannten **Back-casting-Verfahren** geeignete Beispiele für Technologien ausgewählt, die eine nachhaltige Befriedigung dieser Bedürfnisse gewährleisten könnten. Diese werden in **Illustrationsprozessen** hinsichtlich der technologischen und ökonomischen Bedingungen ihrer Realisierbarkeit untersucht. Für einen Teil dieser illustrierten Technologielinien werden dann **konkrete FuE-Programme** erarbeitet und ihre **Implementierung** vorbereitet.

In vielerlei Hinsicht werden im STD-Programm die vom TAB entwickelten Kriterien für eine nachhaltige Forschungspolitik umgesetzt. So erfolgt die Definition von Aufgaben der Forschung und der Technikentwicklung nicht ausgehend von bestehenden Techniklinien. Vielmehr werden ausgehend von den im niederländischen nationalen Umweltplan definierten Umweltzielen im Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung zu lösende Probleme in unterschiedlichen

Bedürfnisfeldern definiert, auf die hin Techniklinien und Forschungsaufgaben bestimmt werden. Es scheint im Rahmen des Programmes auch gelungen zu sein, grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung durch den Aufbau oder Anstoß von Forschungs- und Entwicklungsnetzwerken zu verbinden. Ebenso wurde durch das Back-casting-Verfahren eine langfristige Orientierung der verfolgten Forschungs- und Entwicklungsprojekte gewährleistet, und diese konnten in einzelnen Fällen auch mit mittelfristigen Interessen der Industrie verbunden werden. Insgesamt scheint dem STD-Programm für einzelne Projekte der Aufbau von Akteursnetzwerken aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft zur Verfolgung langfristiger, an nachhaltiger Entwicklung orientierter Forschungs- und Entwicklungsprozesse gelungen zu sein. Das Programm eröffnet über die im einzelnen geförderten Projekte hinaus einen erfolgversprechenden Weg zur Stimulierung mittel- und langfristiger Innovationsprozesse für eine nachhaltige Entwicklung - so werden einige durch das Programm angestoßene Ideen derzeit in anderen niederländischen Forschungsprogrammen aufgegriffen und weitergeführt.

Übertragbarkeit des STD-Ansatzes auf die deutsche FuT-Politik

Das TAB hat, ausgehend von den in Deutschland gegebenen Voraussetzungen (vorliegende Ansätze zur Operationalisierung des Leitbildes, Bedeutung des Leitbildes in der gesellschaftlichen und politischen Diskussion und in der FuT-Politik), Überlegungen zur Übertragbarkeit des DTO-Ansatzes auf die deutsche FuT-Politik und zu den möglichen Konturen eines deutschen FuT-Programmes zur Förderung nachhaltiger Innovationen angestellt.

Ein Aufgreifen des niederländischen Ansatzes, mit den im Hinblick auf einige (auch in der niederländischen Diskussion thematisierte) Defizite und auf die deutsche Situation nötigen Modifikationen, **erscheint auch für die deutsche FuT-Politik geeignet, um die Möglichkeiten der Implementation des Leitbildes als neues Paradigma für Forschung und Entwicklung zu überprüfen.** Auch in der deutschen Diskussion wird die Initiierung von Suchprozessen nach Inhalten und Aufgaben einer nachhaltigen Forschung und Technikentwicklung gefordert (Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt", SRU, UBA, Wissenschaftsrat). Eine Weiterentwicklung von Konzepten und Instrumenten einer nachhaltigen Forschungspolitik und ein Test der Praktikabilität, d.h. der Grenzen und Möglichkeiten, Forschung und Entwicklung an Kriterien wie Interdisziplinarität, Akteursbezug u.a. auszurichten, **läßt sich letztlich nur von praktischen Versuchen der Implementation des Leit-**

bildes in FuT-Programmen erwarten. Bei einer möglichen Adaption des Ansatzes für die deutsche FuT-Politik können Schwächen des Programmes - wie beispielsweise die Orientierung an einem rein technischen, auf Effizienzsteigerung zielenden Innovationsbegriff und eine mangelnde Integration von Umwelt- und Verbrauchergruppen in die Phase der Definition von Entwicklungslinien - berücksichtigt werden. Zu berücksichtigen sind auch unterschiedliche institutionelle Voraussetzungen einer an Nachhaltigkeit orientierten FuT-Politik in den Niederlanden und in Deutschland. Für das Zustandekommen und den Erfolg des Programmes in den Niederlanden kann seine Anbindung an die im niederländischen nationalen Umweltplan vorgegebenen Ziele als wesentlich gelten. Auch ist in den Niederlanden eine ressortübergreifende, interministeriell koordinierte Organisation der FuT-Politik seit langem gängige Praxis. Insgesamt aber bietet die differenzierte und rege deutsche Diskussion um nachhaltige Entwicklung, die eine Reihe ambitionierter Versuche der Operationalisierung von Nachhaltigkeit hervorgebracht hat, sowie die Tatsache, daß das Leitbild zumindest in der Umweltpolitik und auch in einer Reihe von Einzelprogrammen des BMBF politisch verankert ist, gute Voraussetzungen für die Initiierung eines langfristig angelegten, an definierten Zielen nachhaltiger Entwicklung ausgerichteten Programmes zur Konkretisierung "nachhaltiger" FuT-Projekte in Zusammenarbeit mit den verschiedenen Akteuren des Innovationsystems.

3.4 Publikationen und Materialien

TAB-Veröffentlichungen und Materialien

- TAB-Arbeitsbericht Nr. 50: Monitoring "Forschungs- und Technologiepolitik für eine nachhaltige Entwicklung" - Sachstandsbericht (Autoren: Ch. Katz, L. Hennen, B.-J. Krings), Juni 1997
- TAB Arbeitsbericht Nr. 58: TA-Projekt "Forschungs- und Technologiepolitik für eine nachhaltige Entwicklung" - Zwischenbericht (Autoren: L. Hennen, B.-J. Krings), Juni 1998

Vom TAB in Auftrag gegebene Gutachten

- Forschungspolitik für eine nachhaltige Entwicklung: Das niederländische DTO-Programm und seine Bedeutung für die Bundesrepublik Deutschland

(Dr. Peter Wehling, Dr. Engelbert Schramm, Institut für Sozialökologische Forschung, Frankfurt a.M.)

- Research and Technology Policy for a Sustainable Development - Survey of the Dutch R&D Policy (Dr. Ferd Schelleman, Institute for Applied Environmental Economics, The Hague)
- Orientierung am Leitbild "Sustainable Development" - Gesellschafts-, forschungs- und umweltpolitische Aktivitäten seit der Rio-Konferenz von 1992 (Dr. Christine Katz, Bonn)
- Kommentargutachten: "Forschungspolitik für eine nachhaltige Entwicklung: Das niederländische STD-Programm und seine Bedeutung für die Bundesrepublik Deutschland"
 - Dr. Ulrich Petschow, Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, Berlin
 - Joachim H. Spangenberg, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie, Wuppertal
 - Dr. Diethard Schade, Akademie für Technikfolgenabschätzung Baden-Württemberg, Stuttgart
 - Prof. Dr. Peter Weingart, Dr. Georg Krücken, Dr. Anita Engels, Institut für Wissenschafts- und Technikforschung, Universität Bielefeld

3.5 Projektbearbeiter/in

Dr. Leonhard Hennen (0228/23 35 82)

Bettina-Johanna Krings (07247/82 25 01)

4. Entwicklung und Folgen des Tourismus

4.1 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 Reieströme, 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** zustandegekommenen 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.

4.2 Stand der Arbeiten

Das Projekt wurde im Oktober 1996 begonnen. Eine erste Phase des Projektes diente der Erarbeitung eines Sachstandsberichts 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 wird 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 werden in Beziehung zum Tourismus gesetzt werden, insofern sie sowohl bereits bestehende strukturelle Probleme des Tourismusstandorts Deutschland verstärken, andererseits aber auch Chancen und Potentiale eröffnen können. Der Bericht der Phase II wird im März 1999 vorgelegt.

4.3 Vorläufige Ergebnisse

Rahmenbedingungen und Trends des Tourismus

Die dem Tourismus vorhergesagten Wachstumsraten und seine erwartete weitere Expansion sind abhängig von bestimmten Rahmenbedingungen und Entwicklungstrends. Hierzu zählen **die Struktur und Entwicklung der Weltwirtschaft, der demographische wie der soziostrukturelle Wandel, der Wertewandel, globale Umweltprobleme** und die weltweit sich formierende **Informationsgesellschaft**. Für eine realistische Einschätzung des zukünftigen Reiseverhaltens und der Angebotsstruktur 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.

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 Potentiale 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.

Fazit

Die von vielen erwartete goldene Zukunft des Tourismus ist eher offen. Die mit seiner weiteren Entwicklung verbundenen Chancen und Potentiale 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.

4.4 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

Vom TAB in Auftrag gegebene Gutachten

- 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)

4.5 Projektbearbeiter/in

Dr. Thomas Petermann (0228/23 35 83)

Christine Wennrich

5. Umwelt und Gesundheit

5.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Auf Vorschlag des **Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit** sollen Ausgangslage und Strategien für den vorsorgenden Gesundheitsschutz im Bereich Umwelt und Gesundheit untersucht werden. Der wissenschaftliche und gesellschaftliche Diskussionsstand zu dieser Thematik soll aufbereitet werden.

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

Insgesamt bestehen zahlreiche Kenntnislücken und Unsicherheiten bei der Bewertung der Gefährdungspotentiale. **Zielsetzung des TA-Projektes** ist es,

- den **Kenntnisstand** zu den Gesundheitsgefährdungspotentialen von Umweltbelastungen aufzuarbeiten,

- die wissenschaftlichen und gesellschaftlichen **Bewertungskontroversen** über umweltbeeinflusste Gesundheitsgefährdungspotentiale 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.

5.2 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 liegt dem TAB sehr umfangreiches Material vor, das über die Bewertungskontroversen hinaus auch schon Fragen der Präventionsansätze behandelt. Es hat sich gezeigt, daß die vorgesehene Trennung von Bewertungskontroversen und Präventionsansätzen nicht sinnvoll durchzuhalten ist. Weiterhin hat die Auswertung der Gutachten aus Phase I ergeben, daß die Handlungsmöglichkeiten zum Umgang mit Bewertungskontroversen gleichzeitig integraler Bestandteil von Präventionsstrategien sein sollten. Schließlich ist 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 vorliegenden Gutachten sollen noch bestimmte präventionspolitisch relevante Schwerpunkte untersucht werden, und zwar

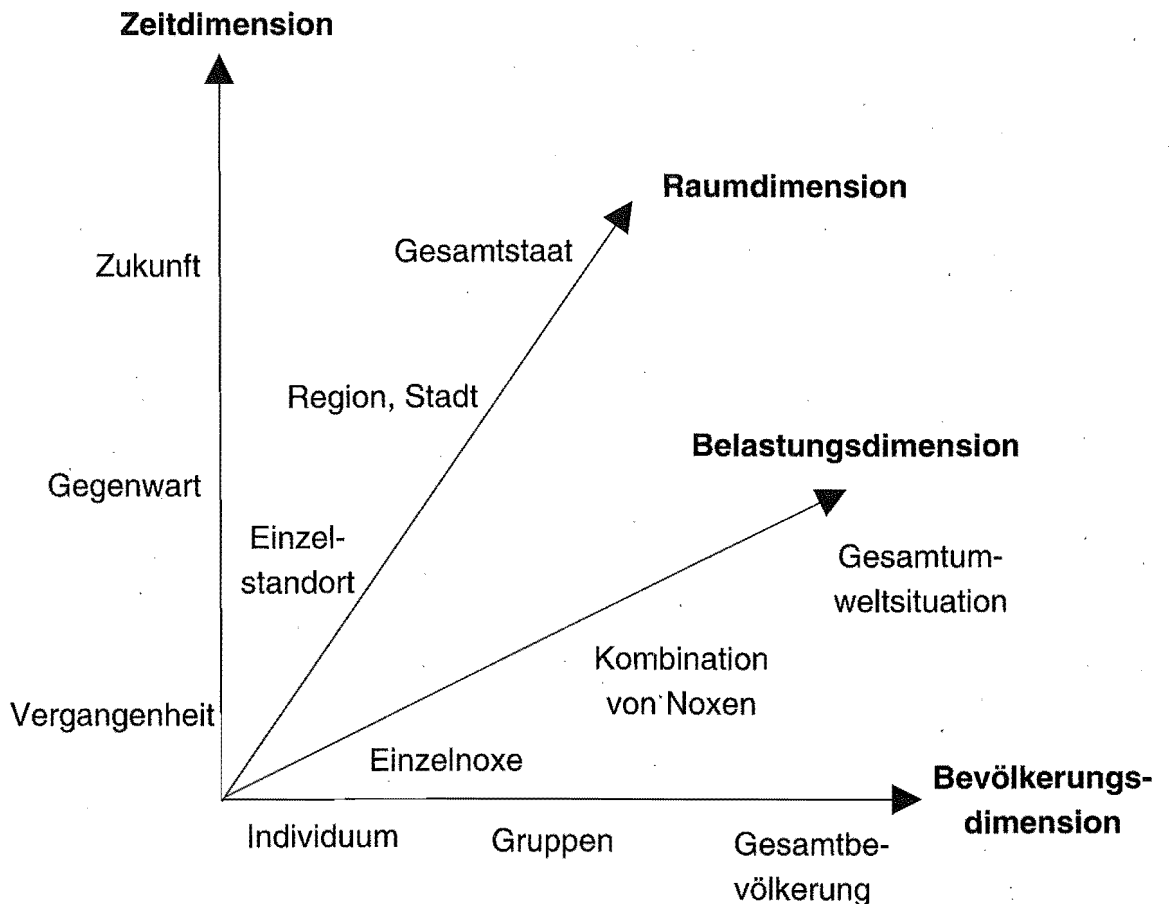
- Maßnahmen zur Verbesserung der **Umwelt- und Gesundheitsinformationssysteme** sowie
- Ansatzpunkte zur **Stärkung gesundheitsförderlicher Lebensbedingungen**.

Außerdem soll **eine intensive Diskussion mit den verschiedenen relevanten Akteuren** (in der Form von Workshops) erfolgen. Der zusammenfassende Endbericht zu den Phasen I und II ist für Sommer 1999 vorgesehen.

5.3 Vorläufige Ergebnisse

Der Problembereich "Umwelt und Gesundheit" ist hoch komplex. Diese Komplexität läßt sich durch vier Dimensionen beschreiben (Abb. 1), die in den kontroversen Diskussionen zur Einschätzung umweltbeeinflußter Gesundheitsgefährdungen eine wichtige Rolle spielen. Jeweils typische Fragestellungen, die sich aus den verschiedenen Dimensionen ergeben, werden im folgenden vorgestellt.

Abb. 1: Dimensionen des Problembereichs "Umwelt und Gesundheit"



Zeitdimension

Handlungsbedarf kann sich aus zurückliegenden, aktuellen oder zukünftigen anthropogenen Umweltbelastungen ergeben. Bei den heute auftretenden, umweltbeeinflussten Erkrankungen ist zu klären, inwieweit diese auf Umweltbelastungen der **Vergangenheit** (denen die Betroffenen ausgesetzt waren oder noch sind) zurückzuführen sind. Bei der Umweltsituation der **Gegenwart** stellt sich die Frage, welche - neben den aktuellen - zukünftigen gesundheitlichen Auswirkungen von ihr ausgehen können. Und bei den heutigen Entscheidungen über wirtschaftliche und technische Weichenstellungen für die **Zukunft** sollte ein wichtiges Kriterium sein, ob diese zu einer Verringerung gesundheitlicher Risiken beitragen.

Raumdimension

Die kontroversen Diskussionen können sich auf einen bestimmten Standort, auf eine Region bzw. Stadt oder auf den Gesamtstaat Bundesrepublik Deutschland beziehen. Der **Einzelstandort** steht bei den gesundheitsbezogenen Kontroversen um Atomkraftwerke, Müllverbrennungsanlagen oder Industriebetrieben im Mittelpunkt. Gesundheitsgefährdungspotentiale von Verkehr, Lärm oder Luftverschmutzungen werden insbesondere für **Stadtteile, Städte bzw. Regionen** diskutiert. Auf **gesamtstaatlicher Ebene** werden schließlich viele chemische Noxen und umweltbeeinflusste Erkrankungen wie Allergien und Umweltsyn-drome (z.B. MCS) thematisiert, die sich kaum noch auf einzelne Quellen zurückführen lassen.

Belastungsdimension

Die Verringerung von Gesundheitsgefährdungspotentialen kann für einzelne Noxen, für eine Kombination von Noxen oder für die gesamte Umweltsituation angestrebt werden. **Einzelnoxen** (z.B. Amalgam, Ozon, Dioxin) haben in den Diskussionen oftmals einen hohen Symbolwert, und ordnungsrechtliche Regelungen (Grenzwerte usw.) beziehen sich in der Regel auf einzelne Noxen. Bei Untersuchungen und Regelungen zu **Kombinationen von Noxen** stellt sich die Frage, wie diese zusammenwirken und inwieweit die Belastungssituation durch Indikatorgrößen erfaßt werden kann. Bei der Betrachtung der **Gesamtumweltsituation** wird grundsätzlich diskutiert, ob die Gesundheitsgefährdungspotentiale überschätzt und dadurch unangemessene Umweltängste heraufbeschworen werden oder ob sie nicht vielmehr unterschätzt werden und entsprechende Umweltängste somit berechtigt sind.

Bevölkerungsdimension

Schließlich können einzelne Individuen, Bevölkerungsgruppen bzw. Teilpopulationen oder die Gesamtbevölkerung betrachtet werden. Auf der Ebene der **Individuen** stellt sich die Frage, welche Empfindlichkeitsunterschiede bestehen und inwieweit der Einzelne durch Umweltbelastungen gesundheitlich beeinflusst wird. Auf der Ebene von **Gruppen** ist zu untersuchen, ob soziale Ungleichheiten bei den gesundheitlichen Auswirkungen bestehen und wie die Kompetenzen zur Verminderung von Umweltbelastungen und zur Gestaltung gesundheitsförderlicher Lebensbedingungen gesellschaftlich verteilt sind. Für

die **Gesamtbevölkerung** ist schließlich die Relevanz potentiell gesundheitsgefährdender Umweltbelastungen und umweltbeeinflusster Erkrankungen einzuschätzen, um den politischen Handlungsbedarf zu bestimmen.

Das Spektrum präventionspolitischer Möglichkeiten

Unterschiedliche Einschätzungen auf der wissenschaftlichen Ebene und Bewertungen auf der gesellschaftlichen Ebene führen zu einem **breitem Spektrum präventionspolitischer Ansatz- und Gestaltungsmöglichkeiten**, die entsprechend kontrovers diskutiert werden (Abb. 2).

Abb. 2: Präventionsansätze auf politischer Ebene

| <i>Dimensionen kontroverser Präventionsansätze</i> | | |
|--|---|-----------------------|
| reaktive Prävention | ↔ | proaktive Prävention |
| Dispositionsprävention | ↔ | Expositionsprävention |
| Verhaltensprävention | ↔ | Verhältnisprävention |
| Noxenprävention | ↔ | Verursacherprävention |
| Risikoprävention | ↔ | Gesundheitsförderung |

Reaktive und proaktive Prävention

Welche Sicherheit - von wissenschaftlicher Gewißheit bis zum Verdacht - ist notwendig, um eine politische Gestaltung auszulösen? Werden schon bei Verdachtsmomenten frühzeitig präventive Maßnahmen ergriffen, ist dies mit der Gefahr einer Überregulierung verbunden. Werden erst bei festgestellten gesundheitlichen Auswirkungen präventive Maßnahmen eingeleitet, kann dies ein verspätetes Eingreifen bedeuten.

Dispositions- und Expositionsprävention

Wo auf dem langen Weg von der Emission bis zur individuellen Erkrankung ist der geeignetste Eingriffspunkt, an dem eine politische Gestaltung ansetzen sollte? Bei der Dispositionsprävention sind die Maßnahmen auf den Schutz

empfindlicher Individuen ausgerichtet, bei der Expositionsprävention wird der Schutz der Bevölkerung insgesamt angestrebt.

Verhaltens- und Verhältnisprävention

Inwieweit sind Einflußnahmen auf das Verhalten der Einzelnen oder Veränderungen der Verhältnisse für alle die erfolgversprechendere Möglichkeit, an der eine politische Gestaltung ansetzen kann? Wenn die potentiell Betroffenen durch ihr Verhalten die Gefährdungspotentiale meiden sollen, wird damit die Verantwortung stark beim Einzelnen angesiedelt. Werden durch Verhältnisgestaltung die Gefährdungspotentiale minimiert, wird dagegen die gesellschaftliche Verantwortung betont.

Noxen- und Verursacherprävention

An welchen Punkten - von den einzelnen Umweltnoxen bis zur Gestaltung von Verursacherbereichen - sollte Präventionspolitik anzusetzen? Wenn einzelne Schadstoffexpositionen minimiert werden, ist dies in der Regel leichter wissenschaftlich zu begründen, aber die Reichweite ist unter Umständen unzureichend. Die ökonomischen und technischen Entwicklungstendenzen umzusteuern kann insbesondere langfristig effektiver sein, ist aber oftmals politisch schwieriger umzusetzen.

Risikoprävention und Gesundheitsförderung

Inwieweit sind Pathogenese oder Salutogenese der bessere Blickwinkel, unter dem Prävention gestaltet werden sollte? Hier stellt sich die Frage, ob die Verhinderung von Erkrankungen oder die Gestaltung gesundheitsförderlicher Lebensbedingungen in den Mittelpunkt von Präventionsstrategien gestellt werden soll.

Ausblick

Aufbauend auf einem systematischen Überblick über das Problemfeld "Umwelt und Gesundheit" liegt der Schwerpunkt des TA-Projektes darauf, die vielfältigen Bewertungskontroversen nachvollziehbarer zu machen und die Vor- und Nachteile der verschiedenen Präventionsansätze aufzuzeigen. Dabei wird ver-

sucht, auf bisher nur wenig behandelte Themenfelder ein besonderes Gewicht zu legen:

- Im Mittelpunkt der Aufmerksamkeit standen bisher somatische Erkrankungen, die möglicherweise durch Umweltbelastungen verursacht werden. Erstmals wurde in diesem Projekt der Kenntnisstand zum **Zusammenhang von Umweltbelastungen und psychischen Störungen** sowie zu den **psychischen Ursachen und psychischen Auswirkungen umweltbeeinflusster Erkrankungen** zusammengetragen.
- Neben der vielfach analysierten und diskutierten Risikoproblematik werden die **Potentiale zur Gestaltung gesundheitsförderlicher Lebensbedingungen** analysiert. Obwohl unstrittig ist, daß positive Umweltfaktoren einen erheblichen Einfluß auf das gesundheitliche Wohlbefinden haben, sind diese bisher wenig untersucht worden. Es soll damit auch ausgelotet werden, inwieweit mit einer entsprechenden Veränderung von Schwerpunkten in der wissenschaftlichen und öffentlichen Diskussion Verunsicherungen und Bedrohungsgefühle abgebaut und neue Handlungsperspektiven für die Betroffenen und Beteiligten eröffnet werden können.
- Umwelt- und Gesundheitsberichterstattung weisen bislang nur geringe Verknüpfungen auf. Es wird untersucht, wie diese verbessert und die vielfach geforderte **umweltbezogene Gesundheitsberichterstattung** aufgebaut werden kann, um zu einer besseren Informationsbasis für Politik und Bürger zu gelangen.

5.4 Publikationen und Materialien

TAB-Veröffentlichungen

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

Vom TAB in Auftrag gegebene Gutachten

- 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)

Vom TAB in Auftrag gegebene Gutachten - Hauptphase 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)
- Potentiale, 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)

Vom TAB in Auftrag gegebene Gutachten - Hauptphase 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 (Iögd), 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)
- Potentiale der Gesundheitsförderung in Deutschland - Operationalisierung des "Umweltwissens" für salutogenetische Konzepte im Bereich "Umwelt und Gesundheit" (S. Ulmer, KATALYSE e.V., Köln)

5.5 Projektbearbeiter

Dr. Rolf Meyer (0228/23 66 28)

Dr. Arnold Sauter (0228/23 35 10)

6. Brennstoffzellen-Technologie

6.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Auf Beschluß des **Ausschusses für Bildung, Wissenschaft, Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung** sollen Chancen und Möglichkeiten der Brennstoffzellen-Technologie bei der Ausgestaltung eines künftigen, ökonomisch tragfähigen und ökologisch attraktiven Energieversorgungs- und Verkehrssystems untersucht werden. Dies schließt eine Analyse ein, ob und wie

durch politische Maßnahmen entsprechende Rahmenbedingungen geschaffen oder verbessert werden könnten.

6.2 Stand der Arbeiten, vorläufige Ergebnisse

Hintergrund der Beauftragung des TAB ist das weltweit zunehmende Interesse an der Brennstoffzellen-Technologie, welches sich z.B. in der sprunghaften Zunahme von Fachpublikationen sowie von in Amerika, Japan und Europa vorgestellten Prototypen mit Brennstoffzellen-Technik in Pkw's, Bussen, Heizungsanlagen sowie Laptop abzeichnet. Einen Überblick über den aktuellen Entwicklungsstand der Brennstoffzellen-Technologie gibt der TAB-Arbeitsbericht Nr. 51. Ein wesentliches Ergebnis dieses Monitoring-Berichtes ist, daß trotz erheblicher technischer Fortschritte (z.B. beim Materialeinsatz) und tendenziell veränderter energiepolitischer Rahmenbedingungen (z.B. Umweltschutzregelungen infolge der Ozon- und Treibhausgasproblematik, Dezentralisierung in der Stromwirtschaft) bisher keine Umsetzung in ein wettbewerbsfähiges Serienprodukt und somit kein großflächiger Einsatz von Brennstoffzellen erfolgt ist. Dabei bietet die Brennstoffzellen-Technologie eine Chance, etwa im Verkehrsbereich, lokal signifikant emissions- bzw. immissionsmindernd zu wirken und die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zumindest partiell abzubauen.

Der Ansatz des weiterführenden TA-Projektes besteht darin, die Brennstoffzellen-Technik in diversen Referenzanlagen eingebaut - mit weiterentwickelter, konventioneller Fahrzeug- sowie Energieversorgungstechnik vor allem hinsichtlich energetischer und ökologischer Parameter unter Anwendungsbedingungen zu vergleichen. Dies ist insofern bedeutsam, als sich auch konventionelle Fahrzeuge (z.B. mit einem 3-l-Motor) sowie Strom- und Wärmeversorgungsanlagen (z.B. moderne GuD-Anlagen) in einer Optimierungsphase befinden. Diese geben eine "Meßplatte" vor, welcher sich eine alternative Technik stellen muß. Die Vorzüge der Brennstoffzellen-Technik sind z.B. ihr hoher Wirkungsgrad im Teillastbetrieb, ihre Geräuscharmheit sowie ihre modulare Bauweise. Nachteilig sind momentan noch ungelöste Probleme bei verwendeten Materialien sowie hohe Kosten auf der Herstellerseite.

Bei einer vergleichenden Analyse mit dem Zieljahr 2010 stehen folgende **Leitfragen** im Vordergrund:

- Welchen potentiellen Nutzer-Anforderungen könnte die Brennstoffzellen-Technik im Vergleich mit konventionellen, weiterentwickelten Fahrzeug- oder Energieumwandlungstechniken gerecht werden?

- Wie ordnen sich eher technische Anforderungen (z.B. Wirkungsgrad, Geräuscharmheit, modularer Aufbau, Schadstoffemissionen) an Brennstoffzellen-(Elektro)-Fahrzeuge sowie an Strom- und Wärmeversorgungsaggregate mit Brennstoffzellen in übergeordnete Gesamtzusammenhänge, wie die globale Treibhausgasproblematik oder die problematischen lokalen Verkehrsemissionen und -immissionen in Ballungsräumen, ein?
- Welche Chancen bestehen für eine neue Technik, in aufgeteilte Märkte ausgereifter, konventioneller, etablierter Fahrzeug- und Energieumwandlungstechniken einzudringen?
- Welche kostenseitigen Zielgrößen müßten hierfür erreicht werden?
- Wo könnten "Eingriffe" - im Sinne von veränderten politischen Rahmenbedingungen - ansetzen?

Das Untersuchungsspektrum bezieht alle potentiellen Einsatzmöglichkeiten von Brennstoffzellen ein. Dies sind der Bereich Verkehr/Transport, die stationäre Energieversorgung und die tragbare Stromversorgung. Für diese Bandbreite der Betrachtungen hat es sich als praktikabel erwiesen, mit repräsentativen Referenzanlagen bzw. -fahrzeugen zu arbeiten. Dies bedeutet z.B. für Fahrzeuge im Pkw-Bereich die Auswahl eines repräsentativen Mittelklassefahrzeuges mit entsprechenden Leistungsdaten. Die Vergabe von fünf Gutachten erfolgte entsprechend den vorgenannten Anwendungssegmenten. Im Vordergrund steht eine gleichwertige Bearbeitungstiefe dieser drei Segmente, wobei nutzungsseitige (z.B. Handhabbarkeit, Versorgungssicherheit), technische (z.B. Wirkungsgrad mit Reformierung), ökonomische (z.B. Kostenrahmen für verbraucherseitige Akzeptanz) sowie ökologische (z.B. Emissionen klimarelevanter Schadstoffe, Entsorgung) Kriterien einbezogen werden.

Verkehr/Transport

Im Bereich Verkehr und Transport werden vor allem Fahrzeuge des Individualverkehrs sowie Nutzfahrzeuge betrachtet. Auch schienengebundene Fahrzeuge bieten Einsatzmöglichkeiten für Brennstoffzellen, genauso wie z.B. Schiffe. Im Vordergrund der Betrachtung stehen repräsentative Brennstoffzellen-Fahrzeuge mit Elektromotor, die mit konventionellen, weiterentwickelten Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor verglichen werden. Favorisiert wird von industrieller Seite im mobilen Bereich derzeit die Membran-Brennstoffzelle.

Stationäre Energieversorgung

Dieser Einsatzbereich umfaßt die Betrachtung von Brennstoffzellen zur zentralen und dezentralen Strom- und Wärmeversorgung. Dazu gehören Kraftwerke von überregionalen Energieversorgungsunternehmen wie auch solche zur industrieeigenen und regionalen Versorgung. In Kraftwerken ist beispielsweise der Einsatz von Hochtemperatur-Brennstoffzellen, welche mit Gasturbinen koppelbar sind, interessant. In der eher dezentralen Hausenergieversorgung bietet die Brennstoffzellen-Technik Einsatzmöglichkeiten etwa zur Kraft-Wärme-Kopplung in Blockheizkraftwerken oder zur Notstromversorgung.

Tragbare Stromversorgung

Die netzunabhängige Stromversorgung ist für ein Reihe von Anwendungen, wie Laptop, Telekommunikation (Mobiltelefone), Rollstuhlversorgung und Notstromaggregate, interessant. In diesen Anwendungsfeldern bietet die Mini-Brennstoffzelle eine Alternative zum Betrieb von Batteriesystemen.

Ein Bestandteil jedes Gutachtens ist die Einbeziehung der im jeweils betrachteten Anwendungssegment relevanten **Kraft- und Brennstoffe mit ihren Vorketten**. Dies bedeutet beispielsweise, daß es nachvollziehbar sein soll, auf welche Art und Weise eingesetzter Wasserstoff erzeugt wird und welche Schadstoffemissionen dabei an die Umwelt abgegeben werden. Betrachtet wird eine Erzeugung sowohl auf fossilem als auch - soweit im anvisierten Zeitraum sinnvoll und möglich auf regenerativem Wege. Diese Betrachtung schließt Umwandlungsverluste und die Schadstofffreisetzung "am Bohrloch" des Primärenergieträgers, wie etwa Erdöl oder Erdgas, beim Transport nach Deutschland sowie bei der Umwandlung (z.B. in Synthesegas) bis hin zur Anlieferung beim Verbraucher (z.B. Tankstelle) ein. Die emissionsseitige Analyse ausgewählter Versorgungspfade für Brenn- und Kraftstoffe soll am Ende der Projektlaufzeit eine vergleichende Bewertung von Brennstoffzellen-Aggregaten im Gesamtzusammenhang mit unterschiedlichen Kraftstoffen (z.B. Methanol, Wasserstoff, Benzin) ermöglichen. Um für das gesamte Projekt eine vergleichbare Daten- und Bewertungsbasis zu Verfügung zu haben, wird projektintern eine Harmonisierung der Ausgangsdatenbasis für vorgelagerte Brenn- und Kraftstoffversorgungsketten angestrebt. In praxi bedeutet dies, daß beispielsweise für Erdgas als Brenn- und Kraftstoff in allen Gutachten **eine** abgestimmte Datenkette als Vergleichsbasis genutzt wird.

Der Bearbeitungsbeginn für die meisten Gutachten war Anfang September 1998. Die Ergebnisse der Gutachten sollen bis zum Herbst 1999 vorliegen. Der Endbericht soll Ende 1999 vorgelegt werden.

6.3 Publikationen und Materialien

TAB-Veröffentlichungen und Materialien

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

Vom TAB 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); gemeinsame Beauftragung durch den Deutschen Bundestag sowie die Bewag Aktiengesellschaft und die Berliner Gaswerke AG (GASAG)
- Stand, Einsatzmöglichkeiten, Chancen und Rahmenbedingungen von Mini-Brennstoffzellen (Fraunhofer-Institut Solare Energiesysteme (ISE), Freiburg)

6.4 Projektbearbeiter/in

Dr. Dagmar Oertel (0228/23 34 36)

Torsten Fleischer (07247/82 45 71)

7. Klonen von Tieren

7.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Die Untersuchung des Themenfeldes "Klonierung" geht auf einen Vorschlag des **Ausschusses für Bildung, Wissenschaft, Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung (BFTA)** zurück.

Im Frühjahr 1997 stellte die Fraktion Bündnis 90/Die Grünen im Deutschen Bundestag formell den Antrag auf ein generelles "Verbot des Klonens von Tieren" (BT-Drs. 13/7160). Der Deutsche Bundestag hat am 14. März 1997 diesen Antrag zur Beratung an den Landwirtschaftsausschuß, den Rechtsausschuß, den Ausschuß für Gesundheit, den Ausschuß für Angelegenheiten der Europäischen Union sowie den Ausschuß für Bildung, Wissenschaft, Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung (BFTA) überwiesen. Teil I des Antrages - ein generelles Klonierungsverbot - wurde abgelehnt. Unter Teil II des Antrages war formuliert worden, **das TAB (durch den Ausschuß BFTA) mit einer Bestandsaufnahme und umfangreichen Evaluierungsarbeit zu dem Bereich Klonen von Tieren zu beauftragen**. Dieser Teil des Antrages wurde am 23.04.1997 von allen Fraktionen im Ausschuß BFTA angenommen. Die Berichterstatter TA des Ausschusses wurden gebeten, in Abstimmung mit dem TAB den Auftrag für ein TA-Projekt auszuformulieren. Das hieraus vom TAB konzipierte TA-Projekt: "Chancen und Risiken der Entwicklungen 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" (**Kurzform: "Klonen von Tieren"**) wurde Ende 1997 begonnen.

Die öffentlichen Diskussionen im Zusammenhang mit der Bekanntgabe des schottischen Forscherteams um Ian Wilmut einer erstmals erfolgreich praktizierten Herstellung eines Säugetiers mit dem identischen Erbgut eines anderen erwachsenen Tieres, unter Verwendung von ausdifferenzierten Körperzellen (das klonierte Schaf Dolly), haben für weltweites Aufsehen gesorgt, teilweise vehemente Reaktionen ausgelöst sowie viele Fragen aufgeworfen. Ein wichtiger Fragenkomplex, nämlich ob, wie und mit welchem Aufwand dieses Experiment wiederholbar sei, ist inzwischen von etlichen anderen Forschergruppen und ihren Erfolgen mit verschiedenen Klonierungsverfahren international beantwortet worden. Der zweite wichtige Fragenkomplex, was man mit diesem Wissen anfangen kann, darf und sollte, blieb bestehen. Was bedeutet dieser

weitere Schritt in der Kette der "Eingriffe des Menschen in die Natur"? Gibt es Grenzen, die durch gesellschaftlich akzeptierte, ethische und rechtliche Prinzipien gezogen werden? Reichen bestehende rechtliche Ver- und Gebote aus, um die Einhaltung möglicher oder nötiger Grenzen national wie international zu sichern? Ist das Verfahren eventuell auf den Menschen anwendbar, und, wenn ja, sollte dies und wie könnte dies verhindert werden?

Insgesamt betrachtet, werden von der Vermehrung genetisch identischer Tiere durch Klonen in der Wissenschaft, aber auch in Industrie und Wirtschaft, eine **Reihe positiver Effekte** erwartet, sie stößt zugleich aber auch auf sehr viele **Vorbehalte in der Öffentlichkeit** und wird mit der Forderung nach sorgfältiger Diskussion hinsichtlich der gesellschaftlichen Auswirkungen verbunden. Eine Beobachtung der aktuellen Entwicklungen und neuesten Forschungsergebnisse im Bereich Klonierung sowie damit verwandter Gen- und Reproduktionstechnologien bei Tieren ist daher politisch und gesellschaftlich von großem Interesse. Folgende Beispiele seien an dieser Stelle kurz angeführt:

In der **Nutztierzucht** erhofft man sich mit Hilfe der Klonierungstechnik eine gezieltere und effektive Steigerung der Leistungsmerkmale der Tiere, wie z.B. in der Milch- und Fleischproduktion bei einem in etwa gleichbleibendem Futtermiteinsatz, sowie möglicherweise eine bessere Anpassung der Tiere an die Umweltbedingungen. Weniger Tiere bei gleicher Leistung könnten weniger Umweltprobleme (Gülle, Gase, Dünger etc.) bedeuten. Bislang gibt es jedoch noch ungeklärte medizinische Probleme für die Tiere, die mit Hilfe der Klonierung reproduziert werden (large calf syndrom etc.).

Die Klonierungs-Forschungen stehen auch im Zusammenhang mit dem Ziel, mit Hilfe von Säugetieren bestimmte **Arzneimittel** in größeren Mengen erzeugen zu können (sog. Gen-Farming). Es handelt sich vorwiegend um Stoffe, die heute aus dem Blutplasma gewonnen werden oder mit Hilfe von Zellkulturen hergestellt werden (z.B. Insulin, Blutgerinnungsfaktoren oder Mittel gegen zystische Fibrose). Durch die Einschleusung von einem oder mehreren artenspezifischen Genen, die für die gewünschten Eigenschaften verantwortlich sind, ist es diesen sog. transgenen Tieren möglich, therapeutisch nutzbare Proteine in teils hohen Konzentrationen in der Milch oder einer anderen Körperflüssigkeit zu produzieren. Könnte man diese Tiere wiederum klonen, wäre eine Wirtschaftlichkeit im Bereich des Gen-Farming denkbar. Schon heute existieren solche Kaninchen, Schweine, Schafe und Rinder. Auch das aus dem gleichen Labor wie "Dolly" stammende Schaf "Polly" trägt ein artfremdes menschliches Gen. Die Vorteile des **Gen-Farming** sollen z.B. darin liegen, daß sich gegenüber Blutplasma eine höhere Sicherheit vor übertragbaren Krankheiten (wie

AIDS) ergäbe, und gegenüber Zellkulturen unter Umständen das Risiko spezieller Verunreinigungen geringer wäre.

Ein anderes vielversprechendes Anwendungsfeld wäre die Züchtung und genetische Manipulation von Tieren, um sie als **Organspender** für den Menschen einsetzen zu können (sog. Xenotransplantation). Besonders geeignet scheinen dafür Schweine zu sein, da ihre Organe die geringsten Abstoßungsreaktionen im menschlichen Körper hervorrufen. Ein Problem dabei könnte die Übertragung von Viren sein, die für den Menschen gefährlich sind.

Wenn die Klonierung mit Kerntransplantation ausgereift ist, könnte sie dafür sorgen, daß die gewünschten (und teils mit Gentransfer eingestellten) Eigenschaften der Tiere an die Nachkommen nahezu exakt und vollständig weitergegeben werden. Unter Ausschaltung des "Lotteriespiels" der Vererbung ließen sich Tiere mit genau bekannten Merkmalen in - je nach Fortschritt der Technik - beliebiger Anzahl erzeugen, so lautet zumindest eine formulierte Vorstellung bzw. Hoffnung. Bisher ist jedoch die Trefferquote, d.h. die Wahrscheinlichkeit, daß aus der geklonten Zelle ein lebensfähiges Tier heranwächst, noch sehr gering. Sie lag bei "Dolly" bei etwa 3%.

Zu berücksichtigen ist bei der Schaffung von Tierklonen auch ihre **artgerechte Haltung** im Einklang mit dem Tierschutzgesetz und dem Tierzuchtgesetz, die unnötige Schmerzen für das Tier verbieten und auch nicht erlauben, Tiere in ihrer Entwicklung und Entfaltung einzuschränken. So wären z.B. Schafe oder Kühe, die als "Arzneimittelproduzenten" eingesetzt werden, aufgrund des Infektionsrisikos vom Weidegang wohl ausgeschlossen. Zu bedenken ist wohl auch, ob ähnlich wie bei Monokulturen sich Krankheiten bei geklonten Tieren rascher ausbreiten können, da alle Tiere genetisch identisch und damit nahezu gleich anfällig für bestimmte Erreger wären.

Das Klonieren ist demnach nicht nur ein naturwissenschaftlich bedeutender Vorgang, sondern bedarf auch unter **rechtlichen Aspekten** der Beachtung. Es muß geprüft werden, ob und unter welchen Voraussetzungen das Klonieren von Tieren (und Menschen) rechtlich zulässig ist. Das TA-Projekt widmet sich daher auch der Frage, welchen Regelungen das Klonieren von Tieren (und Menschen) in der Bundesrepublik Deutschland nach gegenwärtigem Recht unterliegt, in Frage kämen hier z.B. die Regelungen des **Tierzuchtgesetzes** (TierZG) sowie des **Tierschutzgesetzes** (TierSchG). Von besonderem Interesse ist dabei, ob das Klonieren von Tieren gesetzlichen Beschränkungen oder gar einem Verbot unterworfen werden darf. Den Maßstab dafür bildet die Verfassung. Als **Europarechtliche Regelungen** könnten die Amsterdamer Verträge über die Europäische Union (in diesen Verträgen wurde erstmals ein verbindliches Proto-

koll zum Tierschutz aufgenommen) und weitere Rechts- und Verwaltungsvorschriften sowie Übereinkommen der Mitgliedsstaaten der EU von Relevanz sein, die z.B. auch Fragen über den (Patent-) rechtlichen Schutz biotechnologischer Erfindungen sowie den Verbraucherschutz beinhalten.

Gesellschaftliche und politische Handlungsoptionen im Hinblick auf die Entwicklung und mögliche Anwendung der Klonierung in der Tierzucht (aber auch Biomedizin) werden derzeit kaum pragmatisch oder lösungsorientiert diskutiert. Politische Forderungen, soweit sie überhaupt erhoben werden, bewegen sich zwischen der Forderung nach einem grundsätzlichen Verbot der Tierklonierung einerseits und einer "kontrollierten" Zulassung der Verfahren andererseits. Eine unbegrenzte Anwendung des Verfahrens wird mehrheitlich abgelehnt. Konkrete politische Regelungsvorschläge werden in der Regel zur Zeit jedoch nicht formuliert

Generelle **Zielsetzung des TA-Projektes** ist es, ausgehend von den o.g. Thesen zum Thema "Klonen von Tieren", neueste Entwicklungstrends und Problemfelder zu identifizieren sowie politischen Handlungsbedarf und Handlungsoptionen zu analysieren.

7.2 Stand der Arbeiten, vorläufige Ergebnisse

Schon während der Konzepterstellung zeigte sich, daß eine **Beschränkung auf eine rein naturwissenschaftlich und ökonomisch zentrierte Perspektive bei diesem Thema unbefriedigend** wäre. Mit der Etablierung von Embryonensplitting, Klonierung und gentechnischen Methoden bei der Erzeugung und wirtschaftlichen Verwertung von Labor- und Nutztieren werden in starkem Maße auch die **ethischen Grundsätze des Umgangs mit Tieren** berührt. Fragen nach einem möglichen Verfassungsrang des Tierschutzes als gleichrangiges Gut neben der Freiheit der Forschung könnten aufgeworfen werden. Auch mit Blick auf die Ziele des Erhalts der genetischen Vielfalt, wie sie in der Konvention für die biologische Vielfalt völkerrechtlich niedergelegt ist, schien eine thematische Erweiterung notwendig, um die Bedeutung des Zusammenspiels von Züchtung, Biotechnik und Gentechnik im Rahmen der Gesamtproblematik darstellen zu können. Schließlich ist auch davon auszugehen, daß sich die Techniken der Klonierung grundsätzlich bei allen Säugetieren und somit auch beim Menschen anwenden lassen. In Anbetracht und im Bewußtsein der Möglichkeiten, die die Weiterentwicklung der Klonierungstechniken auch im Hinblick auf mögliche Anwendungsfelder beim Menschen - erlaubt oder unerlaubt - birgt, soll die Be-

arbeitung der im folgenden skizzierten Themenbereiche prinzipiell auch unter der Perspektive der (potentiellen) Übertragbarkeit auf den Menschen erfolgen. Dementsprechend wurde **folgendes Arbeitsprogramm** festgelegt:

- Stand von Forschung und Technik
 - Definition des Klonens; Darstellung der biologischen Grundlagen
 - Bestandsaufnahme der theoretisch möglichen und der bereits praktizierten Klonierungstechniken und verwandter biotechnischer Verfahren
 - Kurzbeschreibung der wesentlichen deutschen und internationalen Projekte
- Klonen in der Nutztierzucht
 - Bewertung von Entwicklungen der Reproduktionstechniken für die Anwendung in der landwirtschaftlichen Praxis in Deutschland und international; Beschreibung der Tierarten oder Tierrassen, für die Klonierungsverfahren entwickelt werden; Wechselwirkungen mit Massenhaltung, insbesondere den Haltungssystemen
 - Risiken und gesundheitliche Auswirkungen des Klonens von Nutztieren; Auswirkungen auf die Veterinärmedizin; Gesundheit und Wohlbefinden der geklonten Tiere und der Trägartiere; Übertragung von Krankheiten; genetische Defekte; Leistungsdepression etc.; Beurteilung der hygienischen Anforderungen an landwirtschaftliche Betriebe; Auswirkungen auf die Erzeugung und Vermarktung von Lebensmitteln
 - Beurteilung der möglichen Folgewirkungen im Hinblick auf die Umwelt im allgemeinen und insbesondere auf die genetische Vielfalt und Struktur der Nutztierpopulationen; Erhaltung vom Aussterben bedrohter Arten und Rassen
 - Prägung landwirtschaftlicher Produktionssysteme: Beschreibung agrarstruktureller Folgen des Einsatzes geklonter Tiere in der Landwirtschaft; soziale, ökologische und ökonomische Konsequenzen für die Landwirtschaft
- Klonen in der biomedizinischen Forschung
 - Diskussion des durch Klonen erwarteten wissenschaftlichen und praktischen Nutzens sowie der Risiken im Bereich der biologischen Grundlagenforschung und der angewandten Forschung im Gesundheitsbereich
 - Analyse der Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der Herstellung biologischer und pharmazeutischer Wirkstoffe

- Beurteilung der Leistungsmöglichkeiten der Klonierungstechniken bei der Entwicklung und Züchtung von Tiermodellen und Modelltieren (Labor- und Versuchstiere)
- ethische, rechtliche und politische Beurteilung
 - Bestandsaufnahme der einschlägigen ethischen Diskussion zur Gewinnung von Maßstäben und Kriterien für die Beurteilung des Klonens
 - Beurteilung der Rechtsgrundlagen, insbesondere für staatliche Maßnahmen, sowie der europäischen und internationalen Rahmenbedingungen; Prüfung des gesetzgeberischen Handlungsbedarfs (national und international)
 - Entwicklung politischer Handlungsoptionen unter Berücksichtigung der Handlungs- und Gestaltungsmöglichkeiten gesellschaftlicher Gruppen

Die Bearbeitung des Projektes ist Ende 1997 begonnen worden. Zum Ende des Berichtszeitraumes lagen zwei der sieben Gutachten vor, so daß eine Auswertung durch das TAB erst im folgenden Berichtszeitraum geschieht. Das Projekt soll mit der Vorlage des Endberichtes im Frühjahr 1999 abgeschlossen werden.

7.3 Publikationen und Materialien

Vom TAB in Auftrag gegebene Gutachten

- Erzeugung genetisch-identischer Mehrlinge (Klonen) bei landwirtschaftlichen Nutztieren: Entwicklungsstand und Anwendungsperspektiven (Prof. Dr. Dr. Heiner Niemann, FAL, Institut für Tierzucht und Tierverhalten, Abteilung Biotechnologie, Mariensee/Neustadt)
- Klonen bei Tieren - Auswirkungen in der Nutztierzucht (Prof. Dr. Dr.h.c. Jürgen Zeddies, 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, 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 (Dr. Carmen Birchmeier, Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC), Berlin)

- Rechtliche Aspekte des Klonens von Tieren (Prof. Dr. Jürgen Simon, 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, argos-Institut für gesellschaftswissenschaftliche Studien, praktische Philosophie und Bildung e.V., Münster)
- Klonen von Tieren - Kriterien einer ethischen Urteilsbildung (Prof. Dr. Ludger Honnefelder, Institut für Wissenschaft und Ethik e.V. (IWE), Bonn)

7.4 Projektbearbeiter

Dr. Christoph Revermann (0228/23 34 36)

Dr. Leonhard Hennen (0228/23 35 82)

8. Neue Materialien zur Energieeinsparung und zur Energieumwandlung

8.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Auf Anregung des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit sollen 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.

8.2 Stand der Arbeiten

Die Vorstudie zu diesem Projekt ist abgeschlossen. Der Bericht wird im Frühjahr 1999 vorliegen.

8.3 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.).

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.

Dabei ist zu beachten, daß in der aktuellen wissenschaftlichen Diskussion keine scharfe Trennung zwischen den Begriffen "Material" und "Werkstoff" existiert, auch werden die **Begriffe "Neue Materialien" und "Neue Werkstoffe"** oft in Ermangelung einer allgemein anerkannten Definition nicht einheitlich verwendet. Die vorliegende Studie lehnt sich an die bereits in früheren Arbeiten des TAB vertretene wissenschaftlich-technisch orientierte Auffassung an, die den Bereich der neuen Werkstoffe als den jeweils aktuellen Frontbereich von Werkstoffforschung und -entwicklung versteht. Neue Werkstoffe sind dem-

nach Werkstoffe, die sich in ihrer physikalischen Struktur, ihrer chemischen Zusammensetzung oder in ihrer Funktion von vorhandenen Werkstoffen unterscheiden. Ihre Entwicklung erfolgt grundsätzlich auf zwei verschiedenen Pfaden, zum einen durch **Modifikation** der physikalischen Struktur oder chemischen Zusammensetzung **konventioneller Werkstoffe**, zum anderen auf der Basis **neuer Werkstoffkonzepte**.

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 vereinzelte Anwendungen stattfinden und sich z.T. noch im Stadium der Forschung befinden:

- Materialien für die Photovoltaik
- Hochtemperatur-Werkstoffe für Gasturbinen
- 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:

- Verbesserung der Effizienz klassischer Wandlungstechniken (etwa die Steigerung von Wirkungsgraden von Gasturbinen oder Dampferzeugern durch höhere Temperaturen oder Drücke) und damit Reduktion des Brennstoffverbrauchs
- Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von technischen Systemen durch Reduzierung der Herstellungs- und Betriebskosten, durch Erhöhung von deren Leistung sowie durch Verlängerung der Lebensdauer
- Verbesserung der Umweltverträglichkeit durch Reduktion der Abgasemissionen
- Entwicklung und Verbesserung neuer Wandlungstechniken zur Nutzung regenerativer Energieressourcen
- Verbesserung der Wirkungsgrade von Elektrizitätsübertragungs- und -anwendungstechniken und damit Reduktion von Verlusten
- Entwicklung neuer, mit bisherigen Werkstoffen nicht (oder nicht annähernd wirtschaftlich) zu realisierender Techniken

Gasturbinen sind heute eine Standardtechnik in der Erzeugung elektrischer Energie, aber auch bei Antrieben. Es wird erwartet, daß sie - bedingt durch wirtschaftliche und technische Vorteile gegenüber anderen Kraftwerkstypen -

in der Elektrizitätsversorgung wachsende Bedeutung erlangen. Eine Verbesserung ihrer Wirkungsgrade kann damit erheblich zur Reduktion des spezifischen Brennstoffverbrauchs und damit der CO₂-Emissionen beitragen.

Die für den Wirkungsgrad entscheidende, d.h. thermodynamisch relevante Größe ist die sog. ISO-Turbineneintrittstemperatur, die die mit der notwendigen Bauteilkühlung verbundene Abkühlung des Gases berücksichtigt. Die maximalen Heißgastemperaturen sind deutlich höher, die tatsächlichen Bauteiltemperaturen auf der Oberfläche liegen aufgrund der Kühlung niedriger. Eine Erhöhung der Einsatztemperatur der verwendeten Werkstoffe kann nun einerseits zur Steigerung der absoluten Heißgastemperaturen bei gleichbleibender Kühlung und andererseits zur Verringerung des Kühlaufwandes bei konstanten Verbrennungstemperaturen genutzt werden. Auch eine Kombination dieser Maßnahmen ist möglich. Im Vordergrund steht heute die Verringerung des Kühlaufwandes, da bei Zunahme der absoluten Heißgastemperaturen eine verstärkte Bildung etwa von Stickoxiden zu verzeichnen ist. Technische Möglichkeiten der Verbrennungsführung hinsichtlich einer minimierten Schadstoffbildung müßten entsprechend weiterentwickelt werden.

Weitere wichtige Probleme bei der Entwicklung hohtemperaturfester Werkstoffe entstehen aus den thermischen Spannungen aufgrund stationärer und instationärer Temperaturdifferenzen, den beträchtlichen mechanischen Belastungen v.a. aufgrund der großen Fliehkraftbeanspruchung, den erforderlichen Oxidations- und Korrosionsfestigkeiten sowie der notwendigen hohen Zuverlässigkeit der verwendeten Werkstoffe.

Der heutige Stand der Technik beim Bau der gegenwärtig anspruchsvollsten stationären Gasturbinen ist durch den Einsatz gerichtet bzw. einkristallin erstarrter Superlegierungen für die Ausrüstung der Turbinenlaufschaufeln gegeben. Relativ kurzfristige und mit hoher Erfolgswahrscheinlichkeit realisierbare Verbesserungen verspricht man sich von der Weiterentwicklung der heute standardmäßig als Gußlegierungen eingesetzten Superlegierungen auf Nickelbasis. Hier wird laufend an Veränderungen der Legierungsbestandteile und an neuen Prozeßtechnologien gearbeitet. Da mit dem Einsatz vollkeramischer Schaufeln wegen der mangelnden Schadenstoleranz in absehbarer Zeit nicht zu rechnen ist, erlangt die Nutzbarmachung von geeigneten keramischen Wärmedämmschichten eine zunehmende Bedeutung. Bei diesen sollten in Zukunft auch gradierte Strukturen eine wichtige Rolle spielen. Weitere entscheidende Steigerungen von Eintrittstemperatur und Wirkungsgrad durch Verwendung massiver Bauteile aus neuen Werkstoffen wie Intermetallischen Phasen, Strukturkeramiken (einschl. langfaserverstärkten Keramiken) oder kohlenstoffaserverstärktem

Kohlenstoff sind frühestens mittelfristig zu erwarten. Inwieweit die genannten Werkstoffe in der Summe ihrer Eigenschaften überhaupt Vorteile gegenüber ihren ebenfalls ständig weiterentwickelten klassischen Konkurrenten werden bieten können, kann derzeit nicht abschließend beurteilt werden.

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 bisher vorgeschlagenen neuen Materialien (etwa Galliumarsenid, Cadmiumtellurid oder Kupferindiumdiselenid) für Solarzellen konnten sich nicht gegenüber photovoltaischen Zellen auf Siliziumbasis durchsetzen. Derzeit und für die nächsten 10 Jahre wird kristallines Silizium wohl das wichtigste Material für die Solarzellenherstellung bleiben, da es viele Vorteile aufweist und von dem hohen Technologiestand der Mikroelektronik profitiert. Nachteilig sind der große Materialverbrauch von kristallinem Silizium und die aufwendige Si-Wafertechnologie, darum könnten Dünnschichttechnologien mit großflächiger Abscheidung die Solarzellentechnologien der Zukunft werden. Bis diese Dünnschichtzellen die kristallinen 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 einen eindeutigen technisch-ökonomischen Vorteil gegenüber den anderen zuzusprechen, Forschung und Entwicklung müssen deshalb auf absehbare Zeit "breitbandig" durchgeführt werden, um nicht eine wichtige Option zu verlieren. FuE-Bedarf wird vor allem in folgendem gesehen: Die "etablierten" Technologien der kristallinen Silizium-Solarzellen müssen so weiterentwickelt werden, daß die Solarzellen einen höheren Wirkungsgrad aufweisen, weniger Material benötigen und 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 überhaupt großflächig und homogen hergestellt werden können.

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.

Große Hoffnungen verbinden sich mit den Hochtemperatursupraleitern (HTS), die eine weitgehend verlustfreie Stromleitung bereits bei deutlich höheren Temperaturen als bei den klassischen Supraleitern ermöglichen. Viele Herstellungsverfahren für technische Supraleiter aus HTS sind konzipiert und untersucht worden. Dabei wurden neue Verfahren entwickelt und bekannte Techniken modifiziert, mit verschiedenen Vorläufersubstanzen und Substraten experimentiert, Verfahrensparameter variiert und aussichtsreiche Ansätze in großer Vielfalt miteinander kombiniert. Dies hat zu einer beinahe unüberschaubaren Zahl von Prozeßvarianten geführt, von denen sich ein Großteil als nicht umsetzbar erwiesen hat, da entweder erforderliche technische Parameter nicht erreicht wurden oder das Verfahren nicht für einen industriellen Einsatz geeignet war. Die Anwendung von HTS in der Energietechnik scheitert an der bislang nicht ausreichend beherrschten Herstellung von langen Drähten, Bändern oder Kabeln hoher Stromtragfähigkeit. Der Nachweis der technischen und wirtschaftlichen Einsatzreife konnte bei vielen Systemen bislang nicht geführt werden,

zudem wird bei einem Großteil der vorgeschlagenen Techniken seitens der Anwender in der Elektrizitätswirtschaft - zumindest in Europa - derzeit kein Bedarf bzw. kein Potential gesehen. Lediglich dem supraleitendem Fehlerstrombegrenzer werden in absehbarer Zeit Einsatzchancen eingeräumt.

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.

8.4 Publikationen und Materialien

Vom TAB 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)

8.5 Projektbearbeiter/in

Torsten Fleischer (07247/82 45 71)

Dr. Dagmar Oertel (0228/23 34 36)

TAB

IV. Monitoring-Vorhaben

1. Gendiagnostik/Gentherapie

Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Ein Anwendungsfeld der Gentechnologie, in dem die Entwicklung derzeit besonders rapide voranzuschreiten scheint, ist die Genomanalyse. Mit den Fortschritten des internationalen Human-Genom-Projektes (HGP) zur Entschlüsselung des gesamten menschlichen Genoms mehren sich die Nachrichten über die Entdeckung von Genen, die als verantwortlich nicht nur für eine Vielzahl von Erkrankungen, sondern auch für menschliche Verhaltensweisen angesehen werden. In der medizinischen Praxis nimmt die Bedeutung der genetischen Diagnostik mit der Verfügbarkeit einfach zu handhabender genetischer Tests zu. Auf Anregung der TA-Berichterstatter des Ausschusses für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie und Technikfolgenabschätzung führt das TAB ein Monitoring-Projekt durch, in dem die neuen technischen Entwicklungen in der genetischen Diagnostik, deren Anwendungsmöglichkeiten und daraus entstehende Chancen und Probleme im Vergleich zum Jahr 1993, als das TAB bereits einen umfangreichen Bericht zur Thematik vorgelegt hatte, untersucht werden.

Bezüglich der technischen Entwicklung waren es 1993 vor allem zwei Tendenzen, die der Bericht des TAB herausstellte. Zum einen werden mit genetischen Tests, die es erlauben genetische Merkmale nicht nur phänotypisch oder auf Chromosomenebene festzustellen, die **Diagnosemöglichkeiten enorm erweitert**. Bestimmte Erbkrankheiten können früher oder genauer diagnostiziert werden als bisher; es sind Diagnosen von Krankheiten möglich, die erst im Erwachsenenalter ausbrechen, und vor allem auch multifaktoriell - durch das Zusammenspiel von mehreren Genen und Umweltfaktoren - bedingte Krankheiten und Krankheitsanfälligkeiten können diagnostiziert werden. Gerade bei letzteren mehren sich die Nachrichten über die Entdeckung entsprechender Gene - so z.B. für Brustkrebs, Herzinfarkt und auch Demenzerkrankungen wie die Alzheimer Krankheit.

Eine zweite Entwicklung, die sich 1993 abzeichnete, die **Vereinfachung der praktischen Durchführbarkeit der Tests**, hat sich durch die neue Technologie des **DNA-Chips** manifestiert. Auf den bereits für Forschungszwecke genutzten

Chips können zwischen 10.000 und 100.000 Gensequenzen gespeichert und somit theoretisch in einer einzelnen Blut- oder Speichelprobe diagnostiziert werden. Es ist damit im Prinzip möglich, bei klinischen Routineuntersuchungen auf relativ einfachem und nur geringes Spezialwissen erforderndem Weg Anlagen für genetisch bedingte Krankheiten oder auch genetisch bedingte Überempfindlichkeiten gegenüber bestimmten Stoffen und Medikamenten zu diagnostizieren. Wenn auch zur Zeit noch die automatische Probenaufbereitung technisch schwierig ist, so wird doch damit gerechnet, daß innerhalb der nächsten drei Jahre die ersten für die medizinische Praxis geeigneten Geräte auf dem Markt sein werden.

Die Gewinnung einer Vielzahl von genetischen Daten im Rahmen medizinischer Untersuchungen ist damit technisch kein Problem mehr. Was diese Flut an Daten für die potentiellen Anwendungsfelder - die humangenetische Beratung, die pränatale Diagnose, die Arbeitsmedizin oder die Erhebung von Krankheitsdaten beim Abschluß von Lebens- und Krankenversicherungen - an Fragen bezüglich z.B. des **Datenschutzes** oder der **ethischen Verantwortbarkeit** aufwirft und welche **Interessenkonflikte** (z.B. zwischen Arbeitgebern und Arbeitnehmern) zu erwarten sind, ist **ein wesentlicher Untersuchungsgegenstand des aktuellen TAB-Projektes**.

Mit der DNA-Chip-Technologie öffnet sich zudem ein ganz neues Anwendungsfeld in der allgemeinen medizinische Praxis.

- Kenntnisse über die Funktionsweise von Entgiftungs- und Abbausystemen in verschiedenen Geweben, die das Human-Genom Projekt erbracht hat, können mittels des DNA-Chips bei klinischen Studien zur Einführung neuer Medikamente und in der medizinischen Praxis zur Auswahl von für den einzelnen Patienten verträglichen Therapeutika genutzt werden.
- In der Onkologie könnten DNA-Schnelltests für Krebsmarker dazu genutzt werden, Prognosen zu erstellen, Therapieverläufe zu überwachen oder in Gewebeproben nach Tumorgewebe und Mikrometastasen zu fahnden.

Diese möglichen Anwendungen der DNA-Chips jenseits der gängigen Diagnostik von Erbkrankheiten könnten den Einzug der genetischen Diagnostik in die medizinische Anwendung beschleunigen. Es ist zumindest nicht auszuschließen, **daß dabei weitere genetische Informationen über monogenetische Erbkrankheiten, Anlageträgerschaften etc. sozusagen als "Nebenprodukt" anfallen**. Ob schon rein praktisch überhaupt die Möglichkeit besteht, eine kompetente genetische und auch psychologische Beratung durchzuführen, ist ebenso eine offene Frage wie die, wie mit diesen Informationen umgegangen werden

soll. Schon 1993 war festzustellen, daß das humangenetische Beratungsangebot mit dem Testangebot nicht Schritt hält. Die weiter gewachsene Fülle von Testmöglichkeiten, sinkende Kosten und die Möglichkeit zur Durchführung solcher Tests auch durch humangenetisch ungeschultes Personal dürfte das Problem noch verschärfen. Gesetzgeberische Barrieren gegen eine Durchführung genetischer Tests durch Labormediziner und niedergelassene Ärzte sowie gegen ein Testangebot durch Nichtmediziner bestehen nicht. Man wird deshalb davon ausgehen müssen, daß die Ausweitung der Testpraxis sich weitgehend an den humangenetischen Beratungsstellen der Universitäten vorbei entwickeln wird. Angesichts der oft unklaren Prognosen bei Vorliegen von genetisch bedingten Krankheitsdispositionen und des oft schicksalhaften Charakters der Information für den einzelnen Patienten ist dies eine Entwicklung, die **zu gesetzgeberischem Handeln Anlaß geben könnte**.

Zudem ist damit zu rechnen, daß, je leichter und umfangreicher genetische Daten generiert werden können, auch die Nutzung dieser Daten durch Arbeitgeber und beim Abschluß von Lebens- und Krankenversicherungen wahrscheinlicher wird: Die noch 1993 festzustellende Zurückhaltung bei der Nutzung genetischer Informationen in den genannten Feldern war im wesentlichen auf das mangelnde Angebot an entsprechenden Tests gerade für Krankheitsdispositionen und Stoffempfindlichkeiten zurückzuführen.

Auf der Basis einer Reihe von Gutachten zum Stand der technischen Entwicklung und zu den Perspektiven und Problemen der Anwendung in verschiedenen medizinischen Kontexten wird das TAB im Sommer 1999 einen ersten Bericht vorlegen.

Publikationen und Materialien

Vom TAB in Auftrag gegebene Gutachten

- Stand und Perspektiven der Humangenomforschung (Prof. Dr. Rudi Balling, GSF - Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Oberschleißheim)
- Stand und Perspektiven der Anwendung genetischer Tests im Rahmen der humangenetischen Beratung und in der pränatalen Diagnostik (Prof. Dr. Klaus Zerres, Institut für Humangenetik, Universität Bonn)
- Genetische Diagnostik: Zukunftsperspektiven und Regelungsbedarf in den Bereichen Humangenetik, Allgemeinmedizin, Arbeitsmedizin und Versi-

cherungen (argos-Institut für gesellschaftswissenschaftliche Studien, praktische Philosophie und Bildung e.V., Münster)

- Neue Entwicklungen im Bereich der Gendiagnostik unter besonderer Berücksichtigung der DNA-Chip-Technologie und ihrer kommerziellen Bedeutung (Dr. Ludger Weiß, Hamburg)

Projektbearbeiter

Dr. Leonhard Hennen (0228/23 35 82)

Dr. Arnold Sauter (0228/ 23 35 10)

Dr. Christoph Revermann (0228/23 34 36)

2. Nachwachsende Rohstoffe

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 Sachstandsbericht zur "**Vergasung und Pyrolyse von Biomasse**" (TAB-Arbeitsbericht Nr. 49) ist im April 1997 erschienen. Den dritten Sachstandsbericht zum Thema "**Pflanzliche Öle und andere Kraftstoffe aus Pflanzen**" (TAB-Arbeitsbericht Nr. 53) hat das TAB im November 1997 vorgelegt. Das Monitoring-Vorhaben "Nachwachsende Rohstoffe" wird mit Untersuchungen zum Thema "Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen im Wohnungsbau" fortgesetzt. Auf wichtige Ergebnisse des dritten Sachstandsberichtes wird im folgenden näher eingegangen.

Unsere Mobilität basiert bisher auf dem uneingeschränkten Verbrauch von fossilen Kraftstoffen. Deren Ressourcen sind jedoch begrenzt, und ihre Nutzung ist mit teilweise hohen Umweltbelastungen verbunden. Die **Substitution von Mineralöldiesel durch Biodiesel** aus Rapsöl in Dieselmotoren ist eine Variante zur Minderung von Umweltbelastungen. Sie ist mittlerweile umfangreich erforscht und demonstriert. Die inländischen Kapazitäten zur Biodieselproduktion wurden mit Hilfe staatlicher Förderung aufgestockt. Mehr als 700 Tank-

stellen bieten inzwischen Biodiesel an, und die Anzahl biodieseltauglicher Fahrzeugmodelle nimmt weiter zu. Da Kraftstoffe aus Pflanzen in Deutschland von der Mineralölsteuer befreit sind, kann der Verbraucher gegenwärtig Biodiesel fast zum gleichen Preis tanken wie Mineralöldiesel.

Vor Steuern ist der Preis für Biodiesel allerdings fast doppelt so hoch wie der Preis für Dieselkraftstoff. Nur durch den vollständigen, zeit- und mengenmäßig unbefristeten staatlichen Verzicht auf die Mineralölsteuer kann eine annähernde Gleichheit zwischen dem Tankstellenabgabepreis von Biodiesel und Mineralöldiesel erreicht werden. Darüber hinaus wird der Anbau von Raps und anderen Pflanzen zur Produktion von biogenen Kraftstoffen auf stillgelegten Flächen indirekt durch die Gewährung der Flächenstilllegungsprämie gefördert.

Der Kostenunterschied zwischen Biodiesel und Mineralöldiesel vor Steuern wird voraussichtlich auch mittelfristig Bestand haben. Es gibt keine erkennbaren Anzeichen dafür, daß das aktuelle Preisband für Rohöl in absehbarer Zeit deutlich und dauerhaft überschritten werden könnte. Außerdem besteht wenig Hoffnung, die Kosten der Biokraftstoffherzeugung mittelfristig auf ein wettbewerbsfähiges Niveau senken zu können. Dies gilt auch unter Berücksichtigung produktions- und verfahrenstechnischer Fortschritte und im Falle einer verstärkten Herstellung von Biodiesel aus preiswerten biogenen Altölen und -fetten. Biodiesel und andere Kraftstoffe aus Pflanzen werden deshalb auf absehbare Zeit auf staatliche Fördermaßnahmen, beispielsweise in Form verringertener Mineralölsteuersätze, angewiesen sein.

Steuermindereinnahmen als Folge des Mineralölsteuerverzichts bei Biokraftstoffen können gesellschaftspolitisch erwünscht und vertretbar sein, wenn sie mit positiven volkswirtschaftlichen und ökologischen Effekten verbunden sind, die nicht über Marktmechanismen bewirkt werden können. Für den Fall des Biodiesels läßt sich dies nicht umstandslos bejahen:

- Die Auswirkungen des Biodieselabsatzes auf das **Einkommen der Landwirte** und auf die **Beschäftigungslage** im ländlichen Raum sind bescheiden. Und dies, obwohl der "Biodiesel-Rapsanbau" die derzeit wichtigste Produktionsalternative auf stillgelegten Flächen ist.
- Auch bei einer Steigerung der Biodieselnachfrage durch **weitergehende finanzielle Anreize** ist nicht zwangsweise mit einer spürbaren Verbesserung der Einkommens- und Beschäftigungssituation zu rechnen. Denn auch Biodiesel, der auf der Basis importierter Pflanzenöle erzeugt wird, kommt in den Genuß der Steuerbefreiung.

- Der Anbau von Raps zur Produktion von Biodiesel hat **einige deutliche ökologische Vorteile, aber auch einige Nachteile**. Im Grundsatz unterscheidet sich die Erzeugung der Rapssaat nicht vom Rapsanbau zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion.
- Auch beim **Vergleich der Abgaszusammensetzung** von Rapsöl, Biodiesel und Bioethanol mit den substituierten fossilen Kraftstoffen ergeben sich sowohl Vorteile als auch Nachteile. Biodiesel hat beispielsweise Vorteile bei den Schwefel-, Kohlenmonoxid-, Kohlenwasserstoff- und Partikelemissionen, aber Nachteile bei den Stickoxidemissionen, einem zunehmenden Umweltproblem nicht nur im Verkehrssektor. Unbestrittene Pluspunkte der Biokraftstoffe sind ihr Beitrag zur Verringerung des Verbrauchs an fossilen Rohstoffen und der Freisetzung an zusätzlichem Kohlendioxid, dem wichtigsten Treibhausgas. Die Reduzierung der CO₂-Emissionen pro substituierter fossiler Energieeinheit ist jedoch deutlich weniger positiv als bei der energetischen Nutzung von Festbrennstoffen aus Pflanzen.

Angesichts der begrenzten inländischen Möglichkeiten zur Rohstoffherzeugung und der hohen Produktionskosten sollten Biodiesel und andere Biokraftstoffe aus Pflanzen bevorzugt in den Bereichen zum Einsatz kommen, in denen sie den größten ökologischen Nutzen bringen. Insbesondere wegen der geringeren Wassergefährdung und der besseren biologischen Abbaubarkeit im Vergleich zum Schiffsdiesel auf Mineralölbasis sollte ein **verstärkter Einsatz von Biodiesel auf Wasserwegen und Binnengewässern** in Erwägung gezogen werden.

Der Einsatz von Biodiesel in der gewerblichen Binnenschifffahrt ist derzeit jedoch besonders unwirtschaftlich, da die dort eingesetzten Mineralöl-Kraftstoffe von der Mineralölsteuer befreit sind. Ähnlich ungünstig ist die Situation beim **Einsatz von Biokraftstoffen in der Landwirtschaft**, die über die Gasölbeihilfe einen Teil der Mineralölsteuer auf Dieselkraftstoff erstattet bekommt. Rechtliche Regelungen zum Einsatz von Biodiesel und anderen umweltfreundlichen Kraftstoffen im Bereich der privaten Nutzung von Wasserfahrzeugen hätten keine Wettbewerbsnachteile zur Folge; sie könnten allerdings nur eine begrenzte Kraftstoffmenge in den Markt bringen.

Den **steigenden Steuermindereinnahmen** eines zunehmenden Biodieseleinsatzes stehen **eher bescheidene Beiträge zur Umweltentlastung, Arbeitsplatzschaffung und Einkommenssicherung in der Landwirtschaft** gegenüber. Die Ausdehnung des Einsatzes von Biokraftstoffen anstelle fossiler Kraftstoffe ist ein technisch einfacher und rasch realisierbarer, aber gleichzeitig ein vergleichsweise teurer Weg, um die CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs zu ver-

ringern. Dies wäre bei einer möglichen Ausweitung von Fördermaßnahmen im Bereich Biodiesel und anderer Kraftstoffe aus Pflanzen zu bedenken.

Unabhängig von der Verwendung des auf stillgelegten Flächen angebauten Rapses als Biodiesel erscheinen Bemühungen zur Lockerung oder Aufhebung der Anbaueinschränkungen durch das Blair-House-Abkommen empfehlenswert. Eine **stärkere Ausdehnung der Ölsaatenproduktion für Nichtnahrungszwecke** könnte nämlich dazu beitragen, den geringen Selbstversorgungsgrad an pflanzlichen Eiweißfuttermitteln in der EU zu erhöhen und deren Abhängigkeit von einigen wenigen Sojaproduzenten zu verringern.

Publikationen und Materialien

TAB-Veröffentlichungen und Materialien

- TAB-Arbeitsbericht Nr. 41: Monitoring "Nachwachsende Rohstoffe" - Verbrennung von Biomasse zur Wärme- und Stromgewinnung - 1. Sachstandsbericht (Autoren: Ch. Rösch, D. Wintzer, L. Leible, E. Nieke), Juli 1996
- TAB-Arbeitsbericht Nr. 49: Monitoring "Nachwachsende Rohstoffe" - Vergasung und Pyrolyse von Biomasse - 2. Sachstandsbericht (Autoren: Ch. Rösch, D. Wintzer), April 1997
- TAB-Arbeitsbericht Nr. 53: Monitoring "Nachwachsende Rohstoffe" - Pflanzliche Öle und andere Kraftstoffe aus Pflanzen - 3. Sachstandsbericht (Autorin: Ch. Rösch), November 1997

Projektbearbeiter/in

Dr. Rolf Meyer (0228/23 66 28)

Dr. Christine Rösch (07247/82 27 04)

3. Xenotransplantation

Die **zwischenmenschliche Organübertragung** stellt einerseits ein Symbol für den Erfolg und die Überzeugungskraft moderner medizinischer Technologie dar, andererseits sind mit ihr nach wie vor **vielfältige, spezifische und schwer lösbare Probleme und Fragen ethischer, psychologischer, ökonomischer**

und gesamtgesellschaftlicher Art verbunden. Diese betreffen z.B. - trotz mittlerweile erfolgter gesetzlicher Regelung - den Aspekt der Zustimmung zur Organentnahme, den Entnahmezeitpunkt, die Verteilung bzw. Zuweisung der einzelnen Organe auf die Empfänger, Formen von "Organtourismus" und kriminellem Handel mit Organen oder die Verknüpfung des Weiterlebens des Empfängers mit dem Tod des "Spenders".

Seit einigen Jahren ist eine Alternative zur zwischenmenschlichen Organspende ins Zentrum auch der öffentlichen Aufmerksamkeit gerückt, deren erste Konzeptionen und Versuche bis in die frühen 60er Jahre zurückreichen: die **Xenotransplantation, d.h. die Übertragung von tierischen Organen, Geweben und Zellen auf den Menschen** (eigentlich: die Übertragung von Organen über Artgrenzen hinweg). Die Xenotransplantation soll den überwiegenden Teil der oben angedeuteten Probleme zwischenmenschlicher Organübertragung lösen oder zumindest deutlich reduzieren. Allerdings generiert diese Technologie wiederum auf unterschiedlichsten Ebenen neue Schwierigkeiten und Fragen, die gelöst bzw. beantwortet werden müssen. Naturwissenschaftlich-technische Fortschritte waren es, die seit Beginn der 90er Jahre Hoffnungen auf eine baldige Entwicklung klinisch anwendbarer Verfahren keimen ließen. Mit gewisser Verzögerung setzte dann auch eine (forschungs- und gesundheits)politische Behandlung des Themas in verschiedenen Ländern und internationalen Organisationen ein, die in der Publikation einer ganzen Reihe von Dokumenten seit Mitte der 90er Jahre mündete.

Ausgangspunkt für das TA-Monitoring "Xenotransplantation" war gemäß einer Beauftragung durch die Berichterstatterinnen und Berichterstatter für TA des damaligen Ausschusses für Bildung, Wissenschaft, Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung eine Sichtung und vergleichende Auswertung der wichtigsten dieser Publikationen, nachdem in Deutschland eine systematische und umfassende Analyse der Potentiale und Herausforderungen dieser Neulandtechnologie bislang nicht durchgeführt worden ist. Mit dieser Aufgabe wurde vom TAB ab Januar 1998 das Institut für gesellschaftswissenschaftliche Studien, praktische Philosophie und Bildung e.V. (ARGOS), Münster, beauftragt. Aufgrund der bis zum August 1998 vorliegenden Ergebnisse der Auswertung entschloß sich das TAB in Absprache mit den Berichterstatterinnen und Berichterstattern zu einer **thematischen Erweiterung des TA-Monitoring:**

Zum einen wurde die Projektleiterin (vom Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe) der ersten umfassenden Studie zur Xenotransplantation im deutschsprachigen Raum, die vom Schweizerischen Wissenschaftsrat im Rahmen seines TA-Programms in Auftrag gege-

ben worden war, für eine komprimierte Bestandsaufnahme von aktuellen FuE-Aktivitäten und -Trends auf dem Gebiet der Xenotransplantation von Organen gewonnen, wobei der Fokus auf die Frage nach **den zu lösenden Sicherheitsproblemen, auf derzeit absehbare Zeithorizonte der klinischen Einführung der Xenotransplantation und auf die Darstellung des deutschen Forschungsstandes** im weltweiten Vergleich gelegt wurde.

Des Weiteren wurden zwei Literaturlauswertungen in Auftrag gegeben, zur **ethischen Diskussion der Xenotransplantation** und zur **rechtlichen Situation in Deutschland** unter Berücksichtigung der europäischen Rahmenbedingungen.

Auf der Basis dieser vier Gutachten wird der Bericht den internationalen Diskussionsstand zusammenfassen, zentrale naturwissenschaftlich-technische, medizinische, ethische, rechtliche sowie gesellschaftliche Fragen herausarbeiten und damit eine Grundlage für eine weitere (forschungs- und gesundheits-)politische Behandlung des Themas "Xenotransplantation" bieten. Der Abschlußbericht soll im Frühjahr 1999 vorgelegt werden.

Publikationen und Materialien

Vom TAB 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 für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe)
- Ethische Aspekte der Xenotransplantation - Ein Literaturbericht (Dr. Michael Quante, Münster)
- Rechtliche Aspekte der Xenotransplantation - Ein Literaturbericht (Dr. Michael Quante, Stefan Jungeblodt, Münster, Göttingen)

Projektbearbeiter

Dr. Thomas Petermann (0228/23 35 83)

Dr. Arnold Sauter (0228/23 35 10)

TAB

V. Publikationen

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

TAB-Faltblatt

- Neuauflage, deutsch Jan. 1999
- Neuauflage, englisch Jan. 1999

TAB-Broschüre

- Ziele, Themen, Organisation (Neuauflage, deutsch/englisch) Jan. 1999

TAB-Briefe

- 1/91 April 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

TAB-Arbeitsberichte

- 1/91 Das Raumtransportsystem SÄNGER - Billiger in den Orbit? (Vorstudie für eine TA) April 1991
- 2/91 Konzeption für das TA-Projekt "Grundwasserschutz und Wasserversorgung" April 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) April 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" April 1996
- Nr. 40 Monitoring "Gentherapie" - Die rechtliche Regelung der Gentherapie im Ausland - Eine Dokumentation (2. Sachstandsbericht) April 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) April 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) April 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 April 1998
- Nr. 58 TA-Projekt "Forschungs- und Technologiepolitik für eine nachhaltige Entwicklung" (Sachstandsbericht) Juni 1998

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 "Grundwassergefährdungspotentiale im Bausektor" April 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

TAB

TAB

TAB

TAB

Büro für Technikfolgen-Abschätzung
beim Deutschen Bundestag

Neue Schönhauser Str. 10
10178 Berlin
e-mail: buero@tab.fzk.de
Internet: www.tab.fzk.de