

April 1998



TAB

Tätigkeitsbericht

für die Zeit vom 01.09.1996 bis 31.08.1997



TAB

Arbeitsbericht Nr. 57



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 (FZK) und arbeitet seit 1990 auf der Grundlage eines Vertrages zwischen dem FZK und dem Deutschen Bundestag.

Inhalt

Vorwort	3
I. Zielsetzung und Arbeitsbereiche des TAB	5
II. Organisation, Finanzierung, Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, 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. Umwelt und Gesundheit.....	22
3. Gentechnik, Züchtung und Biodiversität.....	30
4. Neue Materialien zur Energieeinsparung und zur Energieumwandlung	35
5. Forschungs- und Technologiepolitik für eine nachhaltige Entwicklung.....	39
6. Entwicklung und Folgen des Tourismus	45
IV. Monitoring-Vorhaben	49
1. Technikakzeptanz und Kontroversen über Technik.....	49
2. Nachwachsende Rohstoffe	53
3. Brennstoffzellen-Technologie.....	56

V. Konzepte und Methoden.....	59
Methodische Ansätze der Innovationsforschung und ihre Bedeutung für die Technikfolgenabschätzung am Beispiel der Telekommunikation	59
VI. Publikationen des TAB	61

Vorwort

Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) legt hiermit seinen Tätigkeitsbericht für den Zeitraum Herbst 1996 bis Herbst 1997 vor.

Im Berichtszeitraum wurden sechs **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)
- Umwelt und Gesundheit (für den Ausschuß für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)
- Gentechnik, Züchtung und Biodiversität (für den Ausschuß für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten)
- Neue Materialien zur Energieeinsparung und zur Energieumwandlung (für den Ausschuß für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)
- 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)

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

- Technikakzeptanz und Kontroversen über Technik
- Nachwachsende Rohstoffe
- Brennstoffzellen-Technologie

Im Arbeitsbereich "**Konzepte und Methoden**" wurde im Berichtszeitraum eine Untersuchung über "Methodische Ansätze der Innovationsforschung und ihre Bedeutung für die Technikfolgenabschätzung am Beispiel der Telekommunikation" begonnen.

Mehrere Abschlußberichte 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 50 Arbeitsberichten und Diskussionspapieren, die das TAB bis Ende 1997 erstellt hat, sind insgesamt ca.

25.000 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 Stück 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 Berichterstattern 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 mit großem Engagement leitet.

Prof. Dr. Herbert Paschen

I. Zielsetzung und Arbeitsbereiche des TAB

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 Technikfolgenabschätzung (**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 Technikfolgenabschätzung (**Konzepte und Methoden**)

und jeweils

- die parlamentsorientierte Aufbereitung und Vermittlung der Untersuchungsergebnisse.

Die Ziele politikberatender Technikfolgenabschätzung 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 zukünftigen 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 Technikfolgenabschätzung aus: Zielführend ist nicht die Frühwarnung von 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, Finanzierung, Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, 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 wurde ein Vertrag geschlossen, der den Betrieb des TAB durch die Abteilung für Angewandte Systemanalyse (jetzt: Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse/ITAS) des Zentrums bis 1998 sicherstellt. Das TAB ist eine besondere organisatorische Einheit des ITAS. Der Leiter des ITAS, Prof. Dr. Herbert Paschen, ist zugleich Leiter des TAB.

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 Berichtersteller/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 Technikfolgenabschätzung vor. Weitere Berichtersteller/innen (eines oder mehrerer Ausschüsse) begleiten darüber hinaus einzelne TAB-Projekte und helfen bei der Integration der Ergebnisse in die Ausschußarbeiten.

Das TAB verfügt über eine jährliche institutionelle Förderung von 2 Mio. DM. Zusätzliche Mittel stehen nach Maßgabe des Ausschusses für Bildung, 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 11 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler - davon einige zeitweise bzw. in Teilzeit - und 2 Sekretärinnen beschäftigt:

Torsten Fleischer (Dipl.-Phys.)

Dr. Günter Halbritter (Dipl.-Phys.) (bis 15.05.1997)

Dr. Leonhard Hennen (Dipl.-Soz.)

Juliane Jörissen (Dipl.-Ing.) (zeitweise)

Dr. Christine Katz (Dipl.-Biol.) (bis 31.12.1996)

Sigrid Klein-Vielhauer (Dipl.-Volksw.) (zeitweise)

Dr. Rolf Meyer (Dipl.-Ing.)

Dr. Dagmar Oertel (Dipl.-Chem.)

Dr. Thomas Petermann

Dr. Christoph Revermann (Dipl.-Biol.) (ab 01.01.1997)

Dr. Arnold Sauter (Dipl.-Biol.)

Gabriele Brunschede (Sekretariat)

Kirsten Lippert (Sekretariat)

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.

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 Technikfolgenabschätzung 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

Das Verkehrssystem ist ein **essentieller Bestandteil des ökonomischen und sozialen Gefüges**. Zugleich bringt der Verkehr aber auch **beträchtliche negative Folgeerscheinungen** wie Verkehrsunfälle, Lärmbelästigungen, Luftverschmutzung sowie Reisezeitverlängerungen durch zunehmende Verkehrsdichte mit sich. Die Rahmenbedingungen der Verkehrsentwicklung werden ohne gegensteuernde Maßnahmen zu einem erheblichen weiteren Wachstum des Verkehrs führen, seine negativen Auswirkungen mithin weiter zunehmen. Entsprechend gewinnen Maßnahmen zur Entlastung des Verkehrsnetzes durch technische, organisatorische und infrastrukturelle Verbesserungen, zur Vermeidung "überflüssigen" Verkehrs sowie zur Verlagerung vor allem von Straßenverkehr auf umweltschonendere Verkehrsträger an Bedeutung und auch an Akzeptanz.

Das TAB-Projekt versteht sich als Fortsetzung und Konkretisierung bereits vorliegender grundlegender Untersuchungen zur Verkehrsproblematik, wobei der Untersuchungsschwerpunkt dieses Projektes im Handlungsbereich liegt. Ziel der Studie ist es, Optionen zur **Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger** zu entwickeln und auf ihre Durchführbarkeit, Wirksamkeit und Folgen zu untersuchen. Die Mobilität des einzelnen soll dabei grundsätzlich gewährleistet bleiben.

1.2 Stand der Arbeiten

Das Mitte 1995 mit dem parlamentarischen Auftraggeber abgestimmte Untersuchungskonzept für die TAB-Verkehrsstudie war Grundlage für die zu diesem Zeitpunkt vergebenen Untersuchungsaufträge an die Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DLR)/Hauptabteilung Verkehrsforschung und an

das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW). Die Ergebnisse dieser Aufträge bilden eine wesentliche fachliche Grundlage der TAB-Verkehrsstudie. Zu weiteren Einzelfragen wurden kleinere ergänzende Aufträge vergeben.

Um die neusten Ergebnisse der Feldversuche zur Erprobung von IuK-Techniken in Ballungsräumen berücksichtigen zu können, wurde im November 1996 das Institut für Straßen- und Verkehrswesen der Universität Stuttgart mit der Auswertung der vorliegenden Erfahrungen und der Bewertung der eingesetzten Techniken und der Organisationsmodelle beauftragt. Des weiteren wurde zusammen mit dem Deutschen Verkehrsforum eine Untersuchung zu den Kapazitätsreserven der Bahn im Personenverkehr, die vom Institut für Verkehrswesen, Eisenbahnbau und -betrieb der Universität Hannover erstellt wird, in Auftrag gegeben. Das Projekt wird im Frühjahr 1998 abgeschlossen.

1.3 Vorläufige Ergebnisse

Eine **Entlastung des Verkehrsnetzes** läßt sich auf sehr unterschiedliche Weise erreichen. So wird jede **Verflüssigung des Verkehrs**, insbesondere des motorisierten Straßenverkehrs, eine Entlastung von Netzabschnitten mit sich bringen. Hierzu kann auch die zeitliche und räumliche Verlagerung von Fahrten beitragen (**intramodale Verlagerung**). Weiterhin führt jede **Verminderung der Fahrleistung** zur Entlastung des Verkehrsnetzes. Eine Reduktion der Verkehrsleistung, also eine Verringerung von "Personenkilometern (Pkm)" oder von "Tonnenkilometern (tkm)", und damit eine Einschränkung der Mobilität von Personen und Gütern, muß damit nicht notwendigerweise verbunden sein. Entlastung kann somit primär durch Effizienzsteigerungen erreicht werden, sie schließt jedoch auch **Verlagerungen von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger (intermodale Verlagerung)** und **Vermeidung von Verkehrsleistung** mit ein.

Die angestrebte Entlastung des Verkehrsnetzes und die Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger lassen sich nicht durch Einzelmaßnahmen erreichen, sondern nur durch abgestimmte Bündel von Maßnahmen, die hier als **Optionen** bezeichnet werden. Zur Erreichung der angestrebten Ziele lassen sich verschiedene alternative Optionen bilden. Die in dieser Studie entwickelten und analysierten Optionen orientieren sich zunächst an solchen Maßnahmen, von denen eine unmittelbare verkehrlich Wirksamkeit sowie direkter Einfluß auf Verkehrsbezogene Entscheidungen von Unternehmen und Personen im Hinblick auf die angestrebten Ziele erwartet werden (**initiierende Maßnahmen**). Da den Ausgangsannahmen der Studie entsprechend die

zu untersuchenden Maßnahmen weder mit Einschränkungen der Mobilität noch mit nennenswerten Abstrichen bei den heute üblichen Qualitätsstandards der Reise bzw. des Transports verbunden sein sollen, sind, soweit erforderlich, über die initiierten Maßnahmen hinaus jeweils auch **flankierende Maßnahmen** zu berücksichtigen, um Mobilität grundsätzlich sicherzustellen und auch langfristig zu erhalten. Dies bedeutet, daß z.B. der Einsatz preislicher Maßnahmen zur Beeinflussung individueller Entscheidungen im Hinblick auf die Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltverträglichere Verkehrsträger immer von Maßnahmen zur Sicherung der Mobilität, wie dem Ausbau und der Attraktivitätssteigerung des ÖPNV, begleitet sein muß.

Um die Möglichkeiten der Gestaltung des Verkehrssystems in Hinblick auf die Erreichung der zu analysierenden Ziele näher zu untersuchen, wurden die folgenden Optionen ausgewählt:

- a) Option "Einsatz von IuK-Techniken zur Verbesserung der Verkehrsinformationen und zur Verkehrslenkung auf der Grundlage der vorliegenden ordnungsrechtlichen Regelungen" (kurz "Verbesserung der Verkehrsinformation")
- b) Option "Einsatz von IuK-Techniken zum Verkehrsmanagement im Personen- und Güterstraßenverkehr zusammen mit dem Einsatz verschiedener preislicher Maßnahmen" (kurz "Preisliche Maßnahmen im Straßenverkehr")
- c) Option "Attraktivitätssteigerung des ÖPNV, zusammen mit ausgewählten preislichen Maßnahmen in begrenztem Umfang" (kurz "Attraktivitätssteigerung im ÖPNV")

Im Mittelpunkt der ersten Option "**Verbesserung der Verkehrsinformation**" stehen die bereits konzipierten Einsatzmöglichkeiten der genannten neuen IuK-Techniken im Verkehrsbereich. Im Rahmen dieser Option werden Möglichkeiten untersucht, diese Techniken und Dienste organisatorisch so zu gestalten, daß sie den vorgegebenen Zielen dienen und nicht allein nach Kriterien einer optimalen Verflüssigung des Straßenverkehrs entwickelt und eingeführt werden. Hierzu wird auf die bereits gewonnenen Erfahrungen ausgewählter Pilotprojekte in den Städten Frankfurt, München und Stuttgart Bezug genommen.

Während mit den bisherigen Steuer- und Abgabemodellen nur vergleichsweise undifferenziert einsetzbare Instrumente zur Verfügung standen, bieten moderne IuK-Techniken ganz neue Möglichkeiten, preisliche Maßnahmen gezielt zur Verkehrslenkung einzusetzen. Diese gezielte Lenkungswirkung preislicher Maßnahmen unter Einsatz von IuK-Techniken steht im Mittelpunkt der **Option "Preisliche Maßnahmen im Straßenverkehr"**. Maßnahmen zur Attraktivitäts-

steigerung des öffentlichen Verkehrs stellen eine notwendige Voraussetzung zur angestrebten Sicherstellung von Mobilität dar und besitzen damit flankierenden Charakter im Sinne der oben beschriebenen Maßnahmenkategorien.

Einige erfolgreiche Modelle des ÖPNV, wie sie z.B. in Zürich und in Karlsruhe realisiert wurden, zeigen, daß durch ein attraktives ÖPNV-Angebot erhebliche Zuwachsraten im öffentlichen Verkehr erreicht werden können. Im Mittelpunkt der Option "**Attraktivitätssteigerung im ÖPNV**" stehen abgestimmte Maßnahmen zur Verbesserung des ÖPNV, die somit nicht nur, wie in den vorherigen Optionen, flankierende, sondern sogar initiierende Funktion für die Entlastung des Straßennetzes und die Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger, wie eben den ÖPNV, besitzen.

Einsatz von IuK-Techniken im Verkehrsbereich

Durch die rasante Entwicklung bei den modernen Informations- und Kommunikationstechniken (IuK-Techniken) werden in den kommenden Jahren völlig neue Anwendungen und Dienste ermöglicht. Im Verkehrsbereich werden zukünftig IuK-Systeme nicht nur bei den Verkehrsträgern eingesetzt, deren Betrieb schon immer untrennbar mit der Anwendung der Informations- und Kommunikationstechnik verbunden ist, sondern vor allem auch im Straßenverkehr Einzug halten. Seitens der Politik werden in die Anwendung von Informations- und Kommunikationstechniken im Verkehr große Hoffnungen gesetzt. Insbesondere sollen Telematik-Dienste Beiträge zur Entschärfung drängender verkehrlicher Probleme leisten und die Umweltbelastungen durch den Verkehr reduzieren helfen. Auch in den grundsätzlichen Verkehrspolitischen Äußerungen der Bundesregierung, wie im Strategiepapier "Telematik und Verkehr", wird die Rolle dieser neuen Technik als **zukunftsweisender Problemlöser zur Umsetzung der Verkehrspolitischen Zielvorstellungen** hervorgehoben.

Einige Telematik-Dienste können Beiträge zu einer effizienteren Verkehrsgestaltung und zu einer Reduktion der verkehrsbedingten Umweltbelastungen leisten. Daneben könnte Telematik nicht nur zu einer einfacheren und kostengünstigeren Umsetzung Verkehrspolitischer Instrumente und Strategien eingesetzt werden, aufgrund ihrer neuen technische Potentiale werden durch sie auch bislang nicht realisierbare Strategien möglich. IuK-Techniken würden beispielsweise ein umfassendes **Verkehrsmanagement** gestatten. Dessen **Umsetzungsmöglichkeiten** sind eng mit der beabsichtigten Lenkungsintensität gekoppelt. Während allein informationsorientierte Strategien als weitgehend poli-

tisch durchsetzbar anzusehen sind, ist die Durchsetzbarkeit von Systemen mit Eingriffsabsichten zu Lenkungszwecken als erheblich schwieriger einzuschätzen.

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.

Ohne politische Begleitung werden - aufgrund des Zwangs zur wirtschaftlichen Tragfähigkeit sowie der vorherrschenden Organisationsstrukturen - privatwirtschaftlich entwickelte und betriebenen 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. Dies würde einer Forderung nach einer "Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger" nicht gerecht werden, sondern eher sogar die Kraftfahrzeugnutzung fördern. Ohne Angebotsverbesserungen aller Verkehrsträger sowie ordnungsrechtliche und preispolitische Maßnahmen im Straßenverkehr könnten die Systeme aufgrund dauernder Überlastungserscheinungen schnell unwirksam werden.

Der alleinige Einsatz von Telematikdiensten im System Straßenverkehr führt zu einer wachsenden Attraktivität des Individualverkehrs bzw. des Straßengüterverkehrs. Dazu im Wettbewerb stehende **Systeme des öffentlichen Verkehrs**, die für die meisten Verkehrszwecke schon heute Nachteile aufweisen, werden dann weiter ins Hintertreffen geraten, wenn für sie nicht im gleichen oder stärkeren Maße Telematikanwendungen zur Attraktivitätssteigerung und Effizienzverbesserung entwickelt und eingeführt werden. Hier werden Bund, Länder und Gemeinden in Zukunft verstärkt gefordert sein.

Telematik könnte zur **Verknüpfung und Vernetzung der Verkehrssysteme** beitragen. Diese Intermodalität wird zwar in vielen Telematik-Konzepten verbal in den Mittelpunkt gestellt, sie erfährt in der Umsetzung aber eher wenig Aufmerksamkeit. Fehlende Organisationsstrukturen für intermodale Verkehre erschweren eine diesbezügliche Ausrichtung von Telematikanwendungen und -Diensten.

In den bislang durchgeführten **Feldversuchen** wurde der Schwerpunkt auf den Nachweis der technischen Machbarkeit und der Anwendbarkeit von einzelnen Telematik-Systemen und -Diensten gelegt. Wirkungs- und Folgenuntersuchungen wurden im Rahmen der Feldversuche - wenn überhaupt - in der Regel

nur unter isolierten Bedingungen und nicht-repräsentativ mit kleinen Fallzahlen durchgeführt. Untersuchungen zur Wirkung des Einsatzes dieser Systeme bei netzweiter Anwendung und bei plausiblen Durchdringungsgraden fehlen bislang. Der gegenwärtige Kenntnisstand liefert zwar Indizien für Prognosen über mögliche Wirkungsrichtungen des Einsatzes von Telematik-Systemen und -Diensten, quantifizierte Aussagen über deren Wirkungspotentiale daraus abzuleiten, ist aus unserer Sicht jedoch hoch problematisch. Dies gilt erst recht für die Beschreibung von kumulativen und Synergieeffekten.

Trotz erheblicher Einschränkungen bezüglich der Repräsentativität der gewonnenen Daten gestatten die im Rahmen des Projektes zusammengestellten Erfahrungen mit dem Einsatz von IuK-Techniken aus den Pilotprojekten in deutschen Städten erste Aussagen zur technischen Einsatzbereitschaft dieser Systeme und zu deren Wirksamkeit sowie zu geeigneten Organisationsformen des Einsatzes der neuen Techniken.

Abschätzungen zur **Verlagerung von Fahrten des motorisierten Individualverkehrs auf den öffentlichen Verkehr** aufgrund des Einsatzes von Telematikdiensten ergaben nur sehr geringe Verlagerungswerte. Es ist zu vermuten, daß auch bei Berücksichtigung 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**. 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 nur schwer quantifizieren. Fahrleistungsreduktionen erscheinen denkbar, sie dürften aber - bezogen auf den gesamten Straßenverkehr - wenige Prozent betragen.

Aus der unterschiedlichen technischen und organisatorischen Gestaltung der Projekte ließen sich **Erkenntnisse für zukünftige Anforderungen an den Einsatz von IuK-Techniken** ableiten. Vertiefende Untersuchungen sozialer, wirtschaftlicher und ökologischer Folgen des Einsatzes von Telematikdiensten liegen bisher nicht vor. Hier besteht noch **erheblicher Untersuchungsbedarf bei zukünftigen Projekten**.

Einsatz preislicher Instrumente im Verkehrsbereich

Mit den bisherigen Steuer- und Abgabemodellen standen nur allgemein und pauschal einsetzbare preispolitische Instrumente zur Verfügung. Moderne IuK-Techniken bieten ganz neuen Möglichkeiten, preisliche Maßnahmen gezielt zur Verkehrslenkung einzusetzen. Diese **gezielte Lenkungswirkung preislicher Maßnahmen** ist insbesondere deshalb von Bedeutung, da ein signifikanter Beitrag der Informationsfunktion dieser neuen Techniken zur Erreichung der in dieser Studie angestrebten verkehrspolitischen Ziele nicht zu erwarten ist.

Es bestehen jedoch erhebliche Einwände gegen den Einsatz preislicher Maßnahmen im Verkehrsbereich, die nicht nur von Interessenverbänden vorgetragen werden. Ein Haupteinwand betrifft die wirtschaftliche Effizienz der Lenkungswirkung, insbesondere angesichts der mit dem Einsatz moderner IuK-Techniken verbundenen sehr hohen Kosten. Ein weiterer Einwand bezieht sich auf die soziale Unausgewogenheit dieser Maßnahmen. Um die **Wirksamkeit und die Folgen dieser Maßnahmen auf Privathaushalte sowie Unternehmen und Selbständige**, insbesondere die wirtschaftlichen und sozialen Folgen, besser beurteilen zu können, führte das DIW im Auftrag des TAB die bereits erwähnte Untersuchung zur Belastung verschiedener Haushaltstypen durch die ausgewählten preislichen Maßnahmen (Preisszenarien) durch.

Die Untersuchungen zur **Wirksamkeit preislicher Maßnahmen** zeigt, daß Maßnahmen, die im Sinne der analysierten Preisszenarien angelegt sind, verkehrliche Effizienz-, Verlagerungs- und Vermeidungsreaktionen der privaten Haushalte auslösen werden, die den Zielen dieser Studie entsprechen. Wesentliches Merkmal der Szenarien ist dabei der Ankündigungseffekt, der langfristige Verhaltensanpassungen an die veränderten Gegebenheiten ermöglicht. So sind je nach Szenario Fahrleistungsreduktionen des motorisierten Individualverkehrs zwischen 8 % und 22 % zu erwarten. Durch die bessere Auslastung der Fahrzeuge sind diese Fahrleistungsreduktionen jedoch mit erheblich geringeren Verminderungen der Verkehrsleistung verbunden (-7 % bis -16 %). Besonders bemerkenswert ist die zu erwartende erhebliche Verminderung des Kraftstoffverbrauchs um 36 % bis 57 % und die damit verbundene Reduktion der CO₂-Emissionen. Die ausgeprägtesten Verminderungen werden dabei für das Szenario "deutliche Mineralölsteuererhöhung" abgeschätzt.

Bei Unternehmen und Selbständigen sind die Auswirkungen der zusätzlichen Kostenbelastungen erheblich geringer, da insbesondere bei Unternehmen Pkw-Fahrten in der Regel Vorleistungen im Rahmen der betrieblichen Leistungser-

stellung sind, die nur eine geringe Bedeutung innerhalb des Produktionsprozesses haben.

Der durch die preislichen Maßnahmen bewirkte Lenkungseffekt führt dazu, daß die zu erwartenden **Belastungen der Privathaushalte** durch die Szenariomaßnahmen geringer ausfallen, als es einfache Hochrechnungen der Szenarioannahmen vermuten lassen.

Die Analyse zu den **Folgen preislicher Maßnahmen** im motorisierten Individualverkehr **in Abhängigkeit von der Einkommenshöhe** zeigt, daß diese Maßnahmen sehr unterschiedliche Wirkungen auf die finanzielle Situation der Haushalte haben würden. Als Indikator für die Belastungssituation wurde das Verhältnis der zusätzlichen Kostenbelastung zur Ersparnis der Haushalte gewählt. Eine erhebliche Belastung wird angenommen, wenn dieses Verhältnis größer als 80 % ist. So kann den Untersuchungen entnommen werden, daß etwa 10 % der Haushalte, das sind etwa 2 Mill. Haushalte mit etwa 5 Mill. Haushaltsangehörigen, in ihrer Automobilität erheblich eingeschränkt würden. Für etwa 30 % der Haushalte wären fühlbare, aber keine einschränkende Auswirkungen zu erwarten und für etwa 60 % würden diese Maßnahmen zu nur geringen oder vernachlässigbaren Auswirkungen auf die finanzielle Haushaltssituation führen.

Es würde daher bei einer solchen Strategie notwendig sein, einen Mindeststandard an notwendigen Verkehrsleistungen für die besonders betroffenen Einkommensgruppen durch entsprechende **Kompensationsmaßnahmen** sicherzustellen. Der Zielrichtung dieser Studie entsprechend müßten solche Kompensationsmaßnahmen allerdings vorrangig auf die Bereitstellung attraktiverer Verkehrsalternativen im öffentlichen Verkehr ausgerichtet sein.

Attraktivitätssteigerung im Öffentlichen Personennahverkehr

Eine Steigerung der Attraktivität des Öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) ist ein wesentliches Element bei den flankierenden Maßnahmen jedes Maßnahmenbündels für eine erfolgreiche Verkehrspolitik. Dabei wird das Verlagerungspotential nicht nur von den Kapazitätsgrenzen der öffentlichen Verkehrsträger bestimmt, sondern insbesondere auch vom Qualitätsstandard, mit dem die Transportkapazitäten zur Verfügung gestellt werden. Bisherige Erfahrungen zeigen, daß die Nutzer des Individualverkehrs im allgemeinen nur dann bereit sind, auf den öffentlichen Verkehr umzusteigen, wenn sowohl bezüglich Transportzeit als auch bezüglich Transportkomfort keine allzu großen Einschränkungen in Kauf genommen werden müssen.

Einige sehr erfolgreiche Projekte des ÖPNV zeigen, daß es grundsätzlich möglich ist, nicht nur die in den vergangenen Jahren eingetretenen Verluste des ÖPNV am Modal Split zu stoppen, sondern sogar beträchtliche Zuwächse für den ÖPNV zu erreichen. Das wohl bekannteste Beispiel für ein attraktives und erfolgreiches ÖPNV-System ist das in Zürich realisierte Verkehrskonzept. Auch in Deutschland wurden in den vergangenen Jahren erfolgreiche ÖPNV-Projekte durchgeführt, wie zum Beispiel das Modell des Karlsruher Verkehrsverbundes (KVV). In der dritten Option wird daher die **Attraktivitätssteigerung des ÖPNV** nicht als flankierende sondern als initiiierende Maßnahme gewählt. Die Realisierungsbedingungen, die verkehrliche Wirksamkeit und auch die Folgen attraktiver ÖPNV-Konzepte werden - in Form einer Fallstudie - anhand des "Karlsruher Modells" näher untersucht. Es wurde gezeigt, daß eine überzeugende **Angebotspolitik im Bereich des ÖPNV** erfolgreich sein kann. Die Steigerung des Fahrgastaufkommens von über 400 % auf der betrachteten Referenzstrecke wird zwar durch den geringen Anteil des Eisenbahnverkehrs am Gesamtverkehrsaufkommen im betrachteten Verkehrskorridor vor der Einführung der Stadtbahn relativiert, die Anzahl der mit dem ÖPNV im Korridor zurückgelegten Wege stieg jedoch signifikant um 50 %, während die Zahl der Pkw-Fahrten um etwa 5 % abgenommen hat. Die auf den ÖPNV verlagerte Verkehrsleistung betrug etwa 10 %. Besonders überraschend war die große Nachfrage an Wochenenden, ein Hinweis dafür, daß der ÖPNV auch eine Rolle als attraktives Transportmittel für den immer bedeutender werdenden Freizeitbereich spielen kann. Weiterhin hat sich bestätigt, daß ein Teil der Verlagerung auf Kosten des "Umweltverbundes" (Fußgänger- und Fahrradverkehr) geschieht. Zudem induzieren attraktive Nahverkehrskonzepte auch **Neuverkehr**. Die Erhebungen auf der Referenzstrecke ergaben Werte von etwa 11 %, wobei über die Hälfte der Fahrtzwecke des Neuverkehrs zur Sparte "Arbeit und Ausbildung" gehören. Der Rest ist im wesentlichen Freizeit- und Einkaufsverkehr.

Der Erfolg des "Karlsruher Modells" war das **Ergebnis einer Vielzahl abgestimmter Maßnahmen**, wie der Verbund aller öffentlicher Verkehrsmittel, der Abstimmung der Fahrpläne der einzelnen Verkehrsträger im Rahmen eines koordinierten Taktverkehrs, einer einheitlichen, übersichtlichen und attraktiven Tarifstruktur, dem Einsatz moderner Fahrzeuge und der umfassenden Information der Bevölkerung über den Verkehrsverbund, wobei die für den ÖPNV ungewohnt komfortablen Transportbedingungen und die unmittelbare Anbindung an den Innenstadtbereich des Oberzentrums Karlsruhe von besonderer Bedeutung gewesen sein dürften. Weiterhin war auch die Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten und Interessen seit Beginn der ersten Planungsphase we-

sentliche Voraussetzung für den Erfolg dieses Modells. Zudem führte die Beteiligung der Gebietskörperschaften an dem Betriebskostendefizit zum Einbeziehen des öffentlichen Verkehrssystems in die örtlichen Planungs- und Finanzierungsüberlegungen. Mit über 80 % konnte ein für den ÖPNV überdurchschnittlicher Kostendeckungsgrad für die Betriebskosten erreicht werden.

Die organisatorische Realisierung des "Karlsruher Modells" hat über den Karlsruher Raum hinaus eine wichtige **Vorbildfunktion für andere Ballungsräume**. Dies betrifft insbesondere das Konzept einer angebotsorientierten und attraktiven ÖPNV-Verbindung des Umlandes mit der Innenstadt sowie das realisierte Betriebskonzept, das Straßen- und Stadtbahnverkehr unter Einbeziehung von Bahntrassen kombiniert.

Für erfolgreiche Modellvorhaben des ÖPNV besteht die Frage, ob diese mit erheblichem Aufwand erreichten beispielhaften verkehrlichen Wirkungen auch langfristig gesichert werden können. Besonders der weiterhin stattfindende Straßenbau, insbesondere parallel zu ÖPNV-Trassen, und die anhaltende Ausweisung von Siedlungs- und Gewerbegebieten, die nicht oder nur unzureichend mit den ÖPNV-Planungen koordiniert werden, sind hier zu nennen. Zur langfristigen Sicherung des Erfolgs des Stadtbahnkonzepts wäre eine **erheblich bessere Abstimmung von ÖPNV-Planung und Flächennutzungsplanung** notwendig. Insbesondere muß sich die mittel- und langfristige siedlungsstrukturelle Entwicklung auf die Erschließungsräume konzentrieren, die mit der ÖPNV-Planung abgestimmt sind. Die bisherigen Regelungen sind zu unverbindlich und nicht ausreichend für eine verkehrsmindernde Siedlungsstruktur.

Das im Personenbeförderungsgesetz geschaffene neue Instrument des **Nahverkehrsplans (NVP)** erscheint in seiner bisherigen Konzeption nicht ausreichend, um attraktive ÖPNV-Konzepte zu verwirklichen. Es besteht vielmehr die Gefahr, daß sich diese Pläne auf eine technische Bestandserfassung der Verkehrsströme beschränken, ohne daß konzeptionelle Überlegungen über die Mobilitätsbedürfnisse einer Region unter Berücksichtigung raumstruktureller Entwicklungen und über alternative Bedienungsmöglichkeiten stattfinden.

Auch von seiten der Verkehrsunternehmen muß die Attraktivität weiter gesteigert werden. So scheint insbesondere bei langen Streckenführungen und dichter Erschließung der Wohnsiedlungen zur Gewährleistung erträglicher Fahrzeiten geboten, der normalen Bedienung der Strecke Eilzugverbindungen zu überlagern. Auch ist der Fahrzeugpark auf einem hohen Qualitätsstandard zu halten, was eine Angleichung der Standards an die Entwicklungen im Automobilbereich (z.B. Klimatisierung) einschließt. Weiterhin sollten alle technischen Möglichkeiten

ausgeschöpft werden, um übersichtliche und einfach bedienbare Fahrgastinformationssysteme sowie bargeldlose Zahlungssysteme für den ÖPNV einzurichten.

1.4 Publikationen und Materialien

TAB-Veröffentlichungen und Materialien

- Vorschlag zur Strukturierung und Durchführung der Hauptstudie (Juli 1994)
- Überarbeiteter Vorschlag zur Strukturierung und methodischen Vorgehensweise der Studie (März 1995)
- Zur Zielsetzung und methodischen Vorgehensweise des TA-Projektes "Entwicklung und Analyse von Optionen zur Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung des Straßenverkehrs auf umweltfreundlichere Verkehrsträger" (TAB-Brief Nr. 10, Dezember 1995)
- Halbritter, G., Fleischer, T., Paschen, H. (1996): Optionen zur Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger - Ziele und Methoden eines TAB-Projektes. In: Bechmann, G. (Hg.): Praxisfelder der Technikfolgenforschung - Konzepte, Methoden, Optionen. Frankfurt, New York
- Lösung der Verkehrsprobleme durch Informations- und Kommunikationstechniken (TAB-Brief Nr. 12, Juni 1997)

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-Projektes "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

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. Umwelt und Gesundheit

2.1 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.

Der Schutz der menschlichen Gesundheit ist ein wesentlicher Ausgangspunkt und Bestandteil der Umweltpolitik. Ständig neue Meldungen und Erkenntnisse über gesundheitsschädliche Stoffe in der Umwelt und andere anthropogene Umweltbelastungen beschäftigen die Öffentlichkeit und die politischen Entscheidungsträger.

In den modernen Industriegesellschaften gibt es eine Vielzahl von physikalischen, biologischen und chemischen Faktoren und Stoffen, die durch menschliches Handeln entstanden sind und die über die natürliche und kulturelle Umwelt direkt und indirekt auf den Menschen einwirken. Viele dieser Einflußgrößen sind potentiell gesundheitsschädigend. Eine gesundheitsgefährdende Stoffeigenschaft sagt aber noch nichts aus über eine tatsächliche Gesundheitsgefährdung. Diese ist abhängig u.a. von der Emissionssituation, der Expositionssituation und den

Wirkungsmechanismen im Menschen. Typischerweise handelt es sich bei umwelt(mit)bedingten Erkrankungen um multikausale Zusammenhänge, bei denen Umwelteinflüsse, Lebensstil und soziale Situation, psychische Faktoren sowie Erbanlagen zusammenwirken.

Die Zahl der Menschen, die wegen des Verdachts einer Umwelterkrankung zum Arzt gehen, wächst seit Jahren. Das Gesundheitswesen hat in den 80er und 90er Jahren in Reaktion darauf begonnen, als neues Fachgebiet die "Umweltmedizin" herauszubilden und zu institutionalisieren. Das Thema Umwelt und Gesundheit hat in den letzten Jahren also zunehmend an Bedeutung gewonnen.

2.2 Stand der Arbeiten

Im Herbst 1995 hat das TAB mit einer Vorstudie zu diesem TA-Projekt begonnen. Gutachten wurden an Dr. G. Bort (Interdisziplinäre Gesellschaft für Umweltmedizin (IGUMED)), Prof. Dr. H. Marquardt (Fraunhofer Arbeitsgruppe Toxikologie und Umweltmedizin) und Prof. Dr. Dr. H.E. Wichmann (GSF, Institut für Epidemiologie) vergeben. Zielsetzung der Vorstudie war die Erarbeitung eines Sachstandsberichtes über gesundheitlich relevante Umweltbelastungen und umweltbedingte Krankheiten sowie die Identifikation von Problemfeldern, die im Rahmen der Hauptstudie vertieft untersucht werden sollten. Die Vorstudie wurde im März 1997 (TAB-Arbeitsbericht Nr. 47) veröffentlicht.

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. Die Hauptstudie soll sich auf Fragen der Bewertungsansätze und der Präventionsstrategien konzentrieren. Wegen des Bearbeitungsaufwands und aufgrund der Untersuchungslogik ist die Hauptstudie in zwei Phasen unterteilt worden, wobei nach der ersten Phase eine Entscheidung über die Fortführung des TA-Projektes herbeigeführt werden könnte. Der Ausschuß für Bildung, Wissenschaft, Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung hat dieser Vorgehensweise zugestimmt. Mit der Bearbeitung der Hauptstudie wurde Anfang 1997 begonnen. Es wurden 9 Gutachten vergeben, die bis Ende 1997 vorlagen. Der Endbericht soll im Frühjahr 1999 vorgelegt werden.

2.3 Vorläufige Ergebnisse

Im folgenden werden wesentliche Ergebnisse der Vorstudie zusammengefaßt. Im Mittelpunkt der Untersuchung standen Umwelteinwirkungen der durch Technik veränderten Umwelt ("**Umweltbelastungen**"), von denen die Allgemeinbevölkerung betroffen ist und denen sie "unfreiwillig" ausgesetzt ist. Die soziale Umwelt wurde insoweit berücksichtigt, wie Umwelteinwirkungen und soziale Situation (z.B. Wohnqualität) teilweise untrennbar miteinander verknüpft sind. Ausgeklammert wurden individuell und "freiwillig" eingegangene Risiken wie z.B. Rauchen oder Ernährungsgewohnheiten. Gesundheitliche Beeinträchtigungen durch die Berufstätigkeit wurden nur insofern einbezogen, als arbeitsmedizinische Erkenntnisse wichtige Hinweise für umweltmedizinische Fragestellungen liefern.

Gesundheit wird von der WHO als "ein Zustand vollständigen körperlichen, seelischen und sozialen Wohlbefindens und nicht nur des Freiseins von Krankheiten" definiert. Diese Gesundheitsdefinition beinhaltet also eine offene Zielsetzung, die in einem kontinuierlichen Prozeß zu verfolgen ist. In der von der ersten Europäischen Konferenz über Umwelt und Gesundheit der WHO verabschiedeten Charta wird gefordert, daß jeder Bürger das Recht auf eine Umwelt hat, die ihm das höchstmögliche Niveau der Gesundheit und des Wohlbefindens sichern kann. Auf der zweiten Europäischen Konferenz in Helsinki 1994 haben sich die Umwelt- und Gesundheitsminister verpflichtet, nationale Aktionspläne für Umwelt und Gesundheit bis 1997 zu erstellen.

Wie Gesundheit ist auch der Begriff **Krankheit** nicht eindeutig, trennscharf und verallgemeinerbar zu definieren. Vom Bereich gesunder (normaler) Reaktion (z.B. auf eine Belastung) gibt es einen fließenden Übergang zum Bereich der Erkrankungen. So bestehen mehr oder weniger große Bewertungsspielräume, wann eine physiologische oder psychologische Reaktion nicht mehr "normal" ist, welche Parameter das Vor- oder Frühstadium einer Krankheit anzeigen und wann Regulationsmechanismen in Funktionsstörungen übergehen.

Eine kaum überschaubare Vielzahl von **physikalischen, biologischen und chemischen Einflußgrößen** kann potentiell gesundheitliche Beeinträchtigungen und Krankheiten auslösen. Der Kenntnisstand über das Gesundheitsgefährdungspotential und die Exposition der Bevölkerung wird in der Vorstudie diskutiert für

- die physikalischen Einflußgrößen Lärm, UV-Strahlung, Radioaktivität, Radon und elektromagnetische Felder ("Elektrosmog"),
- die biologischen Einflußgrößen Mikroorganismen und Allergene,

- die chemischen Einflußgrößen anorganische Gase, Partikel und Fasern, Schwermetalle, organische Verbindungen, Pflanzenschutzmittel und Biozide, Nitrate und Nitrite sowie Umwelt-Östrogene.

Die Gesundheitsgefährdungspotentiale dieser Schadstoffe bzw. Noxen gehen von den verschiedensten Verursacherbereichen aus. Das Ursachenspektrum reicht von Luftschadstoffen aus Industrie und Verkehr über Innenraumbelastungen aus Einrichtungsgegenständen und Baumaterialien, Inhaltsstoffe von Textilien und Kosmetika, Schadstoffe aus Altlasten, Einwirkungen durch Lärm, Verunreinigungen des Trinkwassers bis zu Schadstoffbelastungen von Nahrungsmitteln. Der Kenntnisstand über die Dosis-Wirkungs-Beziehung und damit das Gesundheitsgefährdungspotential der einzelnen Schadstoffe ist allerdings sehr unterschiedlich und oftmals umstritten. Große Unsicherheiten bestehen daher in der Frage, ob und in welchem Umfang die realen Expositionen zu umweltbeeinflußten Erkrankungen führen.

In der Vorstudie werden umweltbeeinflußte Allergien, Atemwegs-, Haut-, Herz-Kreislauf-, Leber-, Nieren-, Krebserkrankungen, Störungen des Reproduktionssystems, Belästigungen und Befindlichkeitsstörungen sowie die "vielfache Chemikalienüberempfindlichkeit" (MCS-Syndrom) behandelt. Die Unsicherheiten bei der Expositionsabschätzung und bei der Dosis-Wirkungs-Abschätzung schlagen sich nieder in der medizinischen Beurteilung gesundheitlicher Auswirkungen. Mehrere Kategorien von umweltbeeinflußten Erkrankungen und Beeinträchtigungen können unterschieden werden:

- **Spezifische Erkrankungen durch Umweltbelastungen**, deren ausschließliche oder überwiegende Verursachung durch **einen** anthropogenen Faktor gesichert ist, sind relativ selten. Solche akuten oder chronischen Vergiftungen - mit einem charakteristischen Krankheitsbild und einer bekannten Krankheitsentstehung - sind in der Vergangenheit durch Unfälle und als Folge industrieller Produktionsprozesse aufgetreten. Ein Beispiel ist die in den 50er Jahren in Japan aufgetretene Minamata-Krankheit, bei der es sich um eine Quecksilber-Vergiftung handelte. Weiterhin sind zahlreiche spezifische Erkrankungen bekannt, die auf Belastungen am Arbeitsplatz zurückgeführt werden. Im Einzelfall ist allerdings schon der Nachweis einer entsprechenden Berufserkrankung oftmals schwierig und umstritten. Bisher ist ungeklärt, ob auch bei Verunreinigungen von Wasser, Luft, Boden, Lebensmitteln und Gebrauchsgegenständen, wie sie für die Allgemeinbevölkerung gelten, spezifische Umwelterkrankungen auftreten können.

- Eine große Rolle spielen **multifaktorielle Krankheiten mit Umweltbezug**. Hierzu gehören insbesondere Erkrankungen aus den Bereichen Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Atemwegserkrankungen, Krebs und Allergien. Sie zeichnen sich durch charakteristische Krankheitsbilder und eine bekannte Krankheitsentstehung aus. Als Krankheitsursachen wirken in der Regel genetische Faktoren, soziale und lebensstilbezogene Faktoren sowie Umweltbelastungen zusammen. Im allgemeinen wird Lebensstilfaktoren eine dominierende Bedeutung (z.B. für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Krebs) zugewiesen. Eine Reihe von epidemiologischen Studien weist aber darauf hin, daß sich das Krankheitsrisiko durch Umweltbelastungen (z.B. Risiko für Atemwegserkrankungen durch Luftverunreinigungen, Herzinfarktrisiko durch Verkehrslärm) erhöht. Weiterhin wird die Zunahme der Krankheitshäufigkeit (z.B. bei Allergien) mit Umweltbelastungen in Verbindung gebracht. Die Abschätzung gesundheitlicher Auswirkungen von Umweltbelastungen wird hier allerdings dadurch erschwert, daß in der Regel nicht ein einzelner Schadstoff, sondern eine Reihe von Noxen für eine Krankheit relevant sein können. Unsicher und umstritten ist deshalb, welcher Stellenwert Umweltbelastungen bei der Krankheitsverursachung zukommt.
- Weiterhin gibt es eine Reihe von **Erkrankungen mit unklarer Umweltbeteiligung**. Zu diesem Bereich sind eine Reihe von Krebserkrankungen, Leber- und Nierenerkrankungen, Reproduktionsstörungen, Erkrankungen des Nervensystems sowie psychosomatische und psychische Krankheiten zu zählen. In der Regel handelt es sich ebenfalls um multifaktorielle Krankheiten, bei denen ein Beitrag von Umweltbelastungen vermutet wird, aber noch wenig gesichert ist. Teilweise liegen toxikologische Erkenntnisse z.B. über die Leber-, Nieren- bzw. Neurotoxizität von Schadstoffen vor, wobei aber unklar ist, ob es bei der gegebenen Exposition der Allgemeinbevölkerung zu entsprechenden Erkrankungen kommen kann. Zusätzlich weisen medizinische Einzelfallbeobachtungen (Kasuistik) in einigen Fällen auf einen Zusammenhang mit Umweltbelastungen hin, es fehlen aber entsprechende epidemiologische Kenntnisse. In anderen Bereichen, wie z.B. bei Fertilitätsstörungen durch Umweltöstrogene, sind die möglichen Wirkmechanismen erst teilweise geklärt, und daher ist der ursächliche Zusammenhang umstritten.
- **Umwelt-Syndrome** als Symptomkomplexe stellen Umwelterkrankungen mit unspezifischen Krankheitsbildern dar. Bei diesen Erkrankungen treten in der Regel eine Vielzahl von Beschwerden (Symptomen) auf. Es handelt sich um chronische Erkrankungen mit oftmals erheblichem Leidensdruck für die Betroffenen. Eine Reihe von Umwelt-Syndromen (z.B. Multiple-Chemical-

Sensitivity (MCS), Sick-Building-Syndrom (SBS), Holzschutzmittel-Syndrom) sind in der Diskussion, wobei sie nicht abschließend definiert sind. Es treten Überschneidungen zwischen den Syndromen auf. Zudem fehlt bisher ein einheitliches diagnostisches Vorgehen. Von den Patienten wird als Krankheitsursache immer eine Einwirkung durch Umweltbelastungen gesehen. Bei den Syndromen soll es sich um erworbene Reaktionen auf eine oder mehrere Noxen handeln, die von der Mehrzahl der Menschen toleriert werden. Da Erkrankungen wie MCS deshalb durch niedrige bis sehr niedrige Expositionen ausgelöst werden sollen, lassen sie sich nicht nach den etablierten Prinzipien der Toxikologie oder Allergologie erklären. Es sind verschiedene Theorien bzw. Hypothesen zur Erklärung der Krankheitsentstehung formuliert worden, die aber nicht abgesichert sind. Strittig ist weiterhin, inwieweit es sich bei den Syndromen um psychosomatische oder psychiatrische Erkrankungen handelt. Von den Syndromen abgegrenzt werden Krankheitsbilder wie sog. Building-Related-Illnesses (BRI), die eine gesicherte Umweltverursachung haben und deren Symptome sich nach Verlassen eines Gebäudes nicht bessern. Ein Beispiel für BRI sind Krebserkrankungen durch Asbest oder Radon.

- Von den Umwelt-Syndromen gibt es einen mehr oder weniger fließenden Übergang zu den **Befindlichkeitsstörungen**. Befindlichkeitsstörungen werden definiert als Verschlechterungen des psychischen, physischen und sozialen Wohlbefindens sowie des Gefühls der subjektiven Leistungsfähigkeit. Sie lassen sich durch standardisierte (psychometrisch geprüfte) Befragungen der Betroffenen erheben. Zur Erklärung der Beziehung zwischen Umweltfaktoren und Wohlbefinden werden eine direkte Wirkung von Umweltnoxen (Modell der Noxe), eine Bewertung als umweltbedingt durch die betroffene Person (Modell der Attribution) und eine belastende Verarbeitung wahrgenommener Umweltfaktoren (Streßmodell) diskutiert. Festgestellt wurden Befindlichkeitsstörungen im Zusammenhang mit Lärm, Luftverunreinigungen, unangenehmen Gerüchen, Raumklima und technischen Anlagen wie Müllverbrennungsanlagen oder Kernkraftwerken. Sie kommen als potentielle Vorläufer somatischer Funktionsstörungen und Erkrankungen in Betracht. Umstritten ist, ob diese psychischen und psychovegetativen Beschwerden als ein Produkt "neurotischer" Verarbeitungsformen der Umweltdiskussion anzusehen sind oder als eine Folge chronischer Umweltbelastungen beurteilt werden müssen.
- Unter **Toxikopie** wird die Kopie einer Vergiftung (toxischen Reaktion) verstanden. Hierbei treten manifeste Symptome auf, die solchen bei einer Ver-

giftung vergleichbar sind, ohne daß eine relevante Belastung nachgewiesen werden kann. Diese körperlichen Reaktionen werden ausgelöst durch subjektive Informationsbewertungen über eine angeblich vorhandene Noxe. Toxikopie stellt einen vorbeugenden Schutzmechanismus dar, der bei Menschen von unterschiedlicher Rasse, unterschiedlichem Alter, Geschlecht und Bildungsgrad nachgewiesen werden konnte. Toxikopie-Reaktionen infolge von Umweltängsten stellen Sonderfälle eines allgemeinen Umweltbewältigungsprinzips dar. Es wird vermutet, daß Umweltängste (bzw. das Wissen um Umweltbelastungen) zu einer Verstärkung vorhandener umweltbeeinflusster Gesundheitswirkungen führen können. Bei dem Phänomen Toxikopie ist strittig, inwieweit es als eine angemessene oder unangemessene Reaktion zu bewerten ist.

- Schließlich können **einzelne Symptome** vom Arzt oder Patienten mit Umwelteinwirkungen in Verbindung gebracht werden. Hierbei kann es sich um häufige und unspezifische Beschwerden wie Kopfschmerzen, Schwindelgefühle, Schlafstörungen, physische und psychische Leistungsstörungen usw. sowie um subklinische Befunde, d.h. Laborauffälligkeiten ohne manifeste Erkrankung, handeln. Einerseits wird z.B. aus Umweltambulanzen berichtet, daß ein entsprechender Verdacht häufig, z.B. mittels Human- und Umgebungsmonitoring, nicht erhärtet werden kann. Andererseits sind wiederholt Fälle dokumentiert worden, bei denen zunächst entsprechende Symptome nicht als Hinweise auf eine umweltbeeinflusste Gesundheitsbeeinträchtigung erkannt wurden und die Patienten z.T. eine langjährige Krankengeschichte mit nicht abgesicherten Diagnosen und mit wirkungslosen Behandlungen durch zahlreiche Ärzte verschiedenster Fachrichtungen erlitten haben.

Schließlich hat das TAB auf der Basis der Ergebnisse der Vorstudie fünf mögliche Untersuchungsansätze für die Hauptstudie identifiziert und geprüft, und zwar einen noxenzentrierten, einen verursacherzentrierten, einen krankheitszentrierten, einen bewertungszentrierten und einen präventionszentrierten Ansatz. Ergebnis war, sich in der Hauptstudie auf die beiden letzteren Untersuchungsansätze, also auf **Fragen der Bewertung und der Präventionsstrategien**, zu konzentrieren. Bei der Untersuchung der Bewertungskontroversen im Bereich Umweltbelastungen und Gesundheit wird zwischen naturwissenschaftlichen, medizinischen, psychosozialen und präventionspolitischen Bewertungskontroversen unterschieden. Zielsetzung dieser ersten Phase ist, inhaltliche (Kriterien, Standards), prozedurale (Verfahren, Diskurse) und institutionelle Ansätze zum Umgang mit den identifizierten Bewertungskonflikten zu entwickeln. Aufgabe der zweiten Hauptphase

soll dann sein, die Grenzen und Möglichkeiten verschiedener Präventionsstrategien, mögliche Kombinationen und Anwendungsfelder herauszuarbeiten.

2.4 Publikationen und Materialien

TAB-Veröffentlichungen

- Vorschlag zur Strukturierung der Vorstudie (September 1995)
- Vorschlag für die Konzeption der Hauptstudie (Oktober 1996)
- 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 (Dr. G. Bort, Interdisziplinäre Gesellschaft für Umweltmedizin (IGUMED), Murg-Hänner)
- Umwelt und Gesundheit: Risiken des täglichen Lebens aus toxikologischer Sicht (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, Institut für Epidemiologie des Forschungszentrums für Umwelt und Gesundheit (gsf), Neuherberg)
- Naturwissenschaftliche Bewertungskontroversen: Unsicherheiten, Konflikte und Hintergründe bei der (toxikologischen und epidemiologischen) Risikoabschätzung mehrerer Noxen (Dr. G. Grahl, Dr. E. Schmincke, Institut für integrierte Umweltforschung und Beratung, Heidekamp)
- Kontroversen zwischen präventiver Umweltmedizin, klinischer Umweltmedizin und klinischer Ökologie (Dr. D. Eis, Robert-Koch-Institut (RKI), Berlin)
- Potentiale, Ansatzpunkte, Schwächen und Stärken unkonventioneller medizinischer Richtungen vs. "konventionelle" Umweltmedizin - Die Eignung unterschiedlicher medizinischer (Krankheits-, Gesundheits-, Diagnose- und Therapie-) Konzepte zum Verständnis umweltbedingter Krankheiten (Prof. Dr. P.F. Matthiessen, Universität Witten/Herdecke)
- Soziale Ungleichheit und umweltbedingte Erkrankungen in Deutschland: Empirische Ergebnisse und Handlungsansätze (Dr. J. Heinrich, Institut für

Epidemiologie des Forschungszentrums für Umwelt und Gesundheit (gsf), Neuherberg)

- Psychische Störungen und umweltbezogene Erkrankungen (Dr. S. Preuss, Psychologie für Gesundheit und Umweltschutz, Bremen)
- Psychische Ursachen oder psychische Auswirkungen umweltbedingter Erkrankungen (Dr. R. Günther, Reutlingen)
- Unangemessene und berechtigte Umweltängste - Erkenntnisstände, Erklärungsansätze und Kontroversen (Prof. Dr. Dr. H.-E. Richter, Gießen)
- Gesellschaftliche Prozesse und Konflikte bei der Bewertung von gesundheitlichen Risiken durch Umweltbelastungen (Prof. Dr. K.-W. Brand, Münchner Projektgruppe für Sozialforschung)
- Präventionspolitische Bewertungskontroversen im Bereich "Umwelt und Gesundheit" (Prof. Dr. R. Rosenbrock, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung)

2.5 Projektbearbeiter

Dr. Rolf Meyer (0228/23 66 28)

Dr. Christoph Revermann (0228/23 34 36)

Dr. Arnold Sauter (0228/23 35 10)

3. Gentechnik, Züchtung und Biodiversität

3.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Die Untersuchung des Themenfeldes "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 würde auf den Bereich der Pflanzenzüchtung eingegrenzt.

Arten- und Sortenverluste landwirtschaftlicher Nutzpflanzen und damit ein Verlust an genetischer Vielfalt stellen ein weltweites Problem dar. Der globale Verlust an Biodiversität wird entscheidend durch die Abholzung der tropischen Regenwälder und durch landwirtschaftliche Veränderungen in den Genzentren der Entwicklungsländer geprägt. Im deutschen bzw. europäischen Agrarbereich sind die ökonomischen und agrarpolitischen Rahmenbedingungen der modernen

Landwirtschaft von großer Bedeutung für den Arten- und Sortenverlust, der sich in einer Reihe von Vorgängen manifestiert:

- **Artenverlust**

- Verringerung der Fruchtarten im Anbau und Verengung der Fruchtfolgen
- Verlust von Ackerbegleitflora
- Verlust von Wildpflanzenarten

- **Sortenverlust**

- Verlust von Landrassen
- Verringerung der Zahl der angebotenen (eingetragenen) Sorten
- Verringerung der Zahl der im Anbau befindlichen Sorten und (auf dem größten Teil der Anbaufläche) Konzentration auf wenige Sorten
- Verlust an Variabilität zwischen den Sorten

Eine Gesamtverlustschätzung ist nicht möglich; Untersuchungen in verschiedenen Ländern zeigen jedoch, daß seit Beginn des 20. Jahrhunderts Rückgänge von über 90 % bei der Zahl der noch angebauten oder auch nur in Genbanken vorhandenen Sorten keine Ausnahmen, sondern eher die Regel darstellen.

Pflanzenzüchtung in Richtung auf moderne Hochleistungssorten hat zu diesem Prozeß beigetragen. Allerdings ist die Züchtung auf den Erhalt der genetischen Ressourcen angewiesen, denn neue Sorten werden durch Neukombination der Eigenschaften aus bereits vorhandenem Material - Züchtungssorten, Landrassen, Wildmaterial - gewonnen. Für die Beziehung zwischen Gentechnik und Biodiversität werden hauptsächlich zwei gegensätzliche Thesen diskutiert:

- Einerseits wird, aufgrund der zunehmenden Verbreitung weniger gentechnisch veränderter Sorten und der potentiellen Risiken von Genfluß und Verwilderung, ein verstärkter Trend zum Verlust biologischer Vielfalt befürchtet.
- Andererseits werden positive Effekte auf die Biodiversität erwartet, da neue Gene in die Pflanzenzüchtung eingeführt werden und das Interesse am Erhalt der genetischen Vielfalt steigt.

Darüber hinaus können bio- und gentechnologische Methoden zur Erfassung und Charakterisierung der biologischen Vielfalt eingesetzt werden, insbesondere im Rahmen von Anstrengungen zur Konservierung der genetischen Vielfalt **ex situ** mittels Genbanken.

Von besonderer Bedeutung für die menschliche Zukunftsvorsorge ist der Schutz der **pflanzengenetischen Ressourcen** (PGR), d.h. derjenigen Kultur- und Wildpflanzen, die für Landwirtschaft und Ernährungssicherung genutzt werden oder werden können. Angesichts fortschreitender Bedrohung und Zerstörung der

weltweiten Pflanzenvielfalt wurden auf der 4. Internationalen Technischen Konferenz über Pflanzengenetische Ressourcen der FAO in Leipzig im Juni 1996 auf der Grundlage eines Weltzustandsberichtes ein Globaler Aktionsplan sowie die "Deklaration von Leipzig über die Erhaltung und nachhaltige Nutzung der pflanzengenetischen Ressourcen für die Ernährung und Landwirtschaft" verabschiedet. Fragen der Erhaltung und Nutzung der biologischen Vielfalt haben somit einerseits eine starke internationale Dimension, andererseits ist der Aktionsplan im nationalen Rahmen durch entsprechende Maßnahmen umzusetzen.

Zielsetzung des TA-Projektes ist es zu prüfen, welche Einflüsse der Einsatz der Gentechnik in der Pflanzenzüchtung auf die Biodiversität haben kann und welcher politischer Gestaltungsbedarf daraus abgeleitet werden kann. Dazu sollen folgende Fragestellungen bearbeitet werden:

- **Zuchtziele konventioneller und gentechnischer Pflanzenzüchtung:** Es soll dargestellt werden, ob und wie sich Zuchtziele und -strategien durch den Einsatz gentechnischer Methoden und Verfahren von bisherigen Ansätzen unterscheiden. Hierbei können sowohl neue technologische Möglichkeiten als auch die dadurch ermöglichten neuen Nutzungsformen (z.B. nachwachsende Rohstoffe) eine Rolle spielen.
- **Genetische Ressourcen (als Grundlage) der Pflanzenzüchtung:** Zu untersuchen ist, welchen Einfluß gentechnische gegenüber konventionellen Züchtungsmethoden auf die Nutzung unterschiedlicher Quellen (Alte Sorten und Landsorten, Wildpflanzen, nicht verwandte Pflanzenarten oder Mikroorganismen etc.) für neue Merkmale oder Merkmalskombinationen haben oder haben können.
- **Einflüsse auf Forschung, unternehmerische Aktivitäten und Regulierungsfragen:** Wichtige Parameter hierfür sind Strukturveränderungen der Saatgutbranche, Zugang zu gentechnischen Forschungspotentialen, der Wandel in der privaten und der öffentlich geförderten Züchtungsforschung sowie Zulassungsfragen und sonstige rechtliche Bedingungen.
- **Direkte Auswirkungen der Pflanzenzüchtung auf die Arten- und Sortenvielfalt:** Prinzipiell können die Zahl (und Bedeutung) der züchterisch bearbeiteten Fruchtarten und der angebotenen Sorten, aber auch die Variabilität zwischen den Sorten beeinflußt werden.
- **Indirekte Auswirkung der Pflanzenzüchtung auf die Biodiversität durch Veränderungen der Agrarproduktion:** Hierunter fallen so verschiedene Einflußgrößen wie Fruchtfolgen, Düngung und Pflanzenschutzmethoden, Veränderungen von Ackerbegleitflora, Pflanzenkrankheiten,

Schädlingen und Nützlingen oder der Wandel ganzer Agrarökosysteme. Auch mögliche Auswirkungen durch Übertragung der gentechnisch eingebrachten Eigenschaften gehören zu den indirekten Wirkungsketten.

- **Interessen und Bemühungen von Züchtung und Gentechnik bei der Erhaltung und Nutzung der Biodiversität:** Dargestellt werden sollen die Ziele und Strategien von Akteuren in Pflanzenzüchtung und Bio-/Gentechnologie, durch Genbanken, Züchtungsgärten oder Prospektierungsmaßnahmen (Sammlung und Evaluation von biologischen Proben in den Herkunftsländern) die Potentiale biologischer Vielfalt zu nutzen und zu bewahren.
- **Internationale Übereinkommen und Problemzusammenhänge:** Eine Vielzahl internationaler Vereinbarungen hat Einfluß auf die Agrobiodiversität sowie auf Anwendung, Verbreitung und Implikationen gentechnischer Methoden in der Pflanzenzüchtung. Hierzu zählen insbesondere die Verpflichtungen, die sich aus der Biodiversitätskonvention und dem sog. globalen System der Welternährungsorganisation (FAO) ergeben, sowie Regelungen zum Patent- und Sortenschutz.
- **Ansätze zum Schutz der genetischen Ressourcen und zum Arten- und Sortenschutz:** Das Spektrum reicht von DNA- und Genbanken über botanische Gärten bis zur Ausweisung von Naturschutzgebieten und Biosphärenreservaten bzw. grundsätzlichen Änderungen vor allem der Agrarpolitik. Die Leistungen und Begrenzungen der verschiedenen Strategien und Methoden zum Schutz der biologischen Vielfalt sollen erfaßt und miteinander verglichen werden (bes. **In-situ-** vs. **Ex-situ-**Ansätze).
- **Handlungsmöglichkeiten in den Bereichen Forschungs-, Agrar-, Umwelt- und Entwicklungspolitik:** Auf der Grundlage der Ergebnisse der genannten Untersuchungspunkte sollen Handlungsoptionen für die betroffenen Politikbereiche erarbeitet werden.

Die Untersuchung wird - so weit wie möglich - auf den deutschen Agrarbereich, unter Berücksichtigung der europäischen Rahmenbedingungen, beschränkt.

3.2 Stand der Arbeiten

Die Bearbeitung des Projektes ist im Herbst 1996 begonnen worden. Vier Gutachten wurden vom TAB zur Darstellung des wissenschaftlichen und politischen Diskussionsstandes in Auftrag gegeben. Zum Ende des Berichtszeitraumes lagen drei der vier Gutachten vor, so daß mit der Auswertung durch das TAB begonnen werden konnte.

Da im Rahmen der Umsetzung der sog. Biodiversitätskonvention (CBD) sowie der Vorbereitung der FAO-Konferenz in Leipzig 1996 vielfältige Aktivitäten verschiedenster Experten und Gruppen, die in diesem Themenfeld engagiert und kompetent sind, unter Federführung der Bundesministerien für Landwirtschaft und Umwelt angeregt, koordiniert und ausgewertet worden sind, wurde von den Projektbearbeitern des TAB ein intensiver Informationsaustausch mit den zuständigen Vertretern beider Ministerien gepflegt. Das Projekt soll mit Vorlage des Endberichtes Anfang 1998 abgeschlossen werden.

3.3 Publikationen und Materialien

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)

3.4 Projektbearbeiter

Dr. Arnold Sauter (0228/23 35 10)

Dr. Rolf Meyer (0228/23 66 28)

Dr. Christoph Revermann (0228/23 34 36)

4. Neue Materialien zur Energieeinsparung und zur Energieumwandlung

4.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Auf Anregung des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit sollen Stand, 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 verfügbare bzw. zu entwickelnde Fertigungstechniken für die Realisierung von anwendungsreifen Lösungen von erheblicher, manchmal sogar entscheidender Bedeutung sind, wurde die Betrachtung nicht auf die einsetzbaren Materialien beschränkt, sondern eine entsprechende Einordnung vorgenommen.

4.2 Stand der Arbeiten

Eine Vorstudie zu diesem Projekt ist in Bearbeitung. Auf der Grundlage der Ergebnisse dieser Vorstudie ist über die Fortführung des Projektes zu entscheiden.

4.3 Vorläufige Ergebnisse

Durch den Einsatz neuer Materialien bei verschiedenen Energietechniken könnte (elektrische) Energie effizienter, kostengünstiger und umweltschonender erzeugt, transportiert und angewendet werden. In einzelnen Technikfeldern gibt es bereits Anwendungen wie etwa in der klassischen Photovoltaik oder in der Energieumwandlung mit Gasturbinen. Viele vorgeschlagene Systeme, in denen neue Materialien eingesetzt werden, befinden sich jedoch noch im Stadium der Forschung.

Die Nutzung der Solarenergie durch Photovoltaik (PV) oder Solarthermie hat mittlerweile einen hohen technischen Entwicklungsstand erreicht. Der energie-wirtschaftliche Durchbruch der Photovoltaik wird jedoch bislang durch hohe Systemkosten - die u.a. durch verhältnismäßig hohe Herstellungskosten der **Solarzellen** und deren geringe Wirkungsgrade sowie aufwendige Maßnahmen zur Systemeinbindung bedingt sind - gehemmt. Lediglich der PV-Einsatz bei Insellösungen hat sich unter heutigen Bedingungen bereits als wirtschaftlich

erwiesen. Um Photovoltaik auch außerhalb von "Nischenanwendungen" wirtschaftlich einsetzen zu können, wird darum - neben der Entwicklung neuer Solarzellen-Konzepte auf Basis des "klassischen" Zellenmaterials Silicium - 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 am umfangreichsten untersuchten neuen Materialien (etwa Galliumarsenid, Cadmiumtellurid oder Kupferindiumdiselenid) für Solarzellen konnten sich bislang nicht gegen photovoltaische Zellen auf Siliciumbasis durchsetzen. Derzeit und in der näheren Zukunft wird kristallines Silicium wohl das wichtigste Material für die Solarzellenherstellung bleiben, da es viele Vorteile aufweist und von dem hohen Technologiestand der Mikroelektronik profitiert. Nachteilig bei der Verwendung kristallinen Siliciums sind der hohe Materialverbrauch und die aufwendige Si-Wafertechnologie. Darum könnten Dünnschichttechnologien mit großflächiger Abscheidung die Solarzellentechnologien der Zukunft werden. Bis diese Dünnschichtzellen die kristallinen Siliciumzellen 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 zuzusprechen. Forschung und Entwicklung sollten deshalb auf absehbare Zeit "breitbandig" durchgeführt werden. FuE-Bedarf wird vor allem in folgendem gesehen: Die "etablierten" Technologien der kristallinen Silicium-Solarzellen müssen so weiterentwickelt werden, daß die Solarzellen einen höheren Wirkungsgrad aufweisen, weniger Material benötigen und kostengünstiger gefertigt werden können. Für die innovativen Dünnschichtzelltechnologien (bis auf das amorphe Silicium) ist zunächst der Nachweis zu erbringen, daß sie großflächig und homogen hergestellt werden können.

Supraleiter können - im Unterschied zur Photovoltaik und zu Gasturbinen, die systematisch im Bereich der Energieumwandlung anzusiedeln sind - theoretisch auf allen Produktionsstufen der Elektrizitätsversorgung (Umwandlung, Transport und Verteilung) eingesetzt werden. Die elektrische Energietechnik wird seit geraumer Zeit als ein wesentliches Anwendungsgebiet für supraleitende Materialien angesehen. Neben Verbesserungen von bekannten technischen Systemen (supraleitende Generatoren, Transformatoren, Kabel), bei denen 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 wieder reduzieren und z.T. sogar überkompensieren. Zudem ist die Fertigung der Leiter verglichen mit konventionellen Kupferleitern erheblich schwieriger und aufwendiger. Die technischen Systeme auf Supraleiterbasis sind häufig komplizierter als die konventionellen Alternativen, so daß erhebliche Anstrengungen unternommen werden müssen, um eine vergleichbare Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit zu erzielen, was wiederum zu höheren Anlagenkosten führt.

Große Hoffnungen verbinden sich mit Hochtemperatursupraleitern (HTSL), die eine weitgehend verlustfreie Stromleitung bereits bei deutlich höheren Temperaturen als bei den klassischen Supraleitern ermöglichen. Die Anwendung von HTSL in der Energietechnik scheitert jedoch bislang an der nicht hinreichend gut beherrschten Herstellung von langen Drähten, Bändern oder Kabeln, die die für die jeweiligen Einsatzfelder notwendigen Parameter aufweisen. Nicht zuletzt deshalb konnte die technische und wirtschaftliche Einsatzreife bei vielen Systemen bis heute nicht nachgewiesen werden. Bei einem Großteil der vorgeschlagenen Techniken wird zudem seitens der potentiellen Anwender in der europäischen Elektrizitätswirtschaft derzeit kein Bedarf bzw. nur ein geringes Potential gesehen. Lediglich dem supraleitendem Fehlerstrombegrenzer werden in absehbarer Zeit Einsatzchancen eingeräumt.

Gasturbinen stellen heute in allen Leistungsklassen eine Standardtechnik in der Erzeugung elektrischer Energie aber auch bei Antrieben dar. Bedingt durch wirtschaftliche und technische Vorteile gegenüber anderen fossil befeuerten Kraftwerkstypen ist auch in Zukunft ein verstärkter Trend beim Einsatz der Gasturbinen-Technologie, etwa im Zuge der Liberalisierung des Elektrizitätsbinnenmarktes, zu erwarten. Weiterentwicklungen in der Gasturbinen-Technologie zielen wesentlich auf verbesserte Wirkungsgrade ab, wobei insbesondere Turbinenschaufeln dabei immer höheren Heißgastemperaturen zuverlässig standhalten müssen. Eine Verbesserung der Wirkungsgrade von Gasturbinen kann - bei konstantem Stromverbrauch - erheblich zur Reduktion des Brennstoffverbrauchs und damit der CO₂-Emissionen beitragen.

Die für den Wirkungsgrad entscheidende, d.h. thermodynamisch relevante Größe ist die sog. ISO-Turbineneintrittstemperatur der Heißgase, die die mit der notwendigen Bauteilkühlung verbundene Abkühlung des Gases berücksichtigt. Eine Erhöhung der Einsatztemperaturen verwendeter Werkstoffe kann ei-

nerseits 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. Damit müssen entsprechende Bauteile bei gleicher Beanspruchung höher Materialtemperaturen standhalten. Hier kommt der Einsatz neuer Materialien zum tragen, wobei diese u.a. beträchtliche Temperaturdifferenzen und mechanische Belastungen aufgrund hoher Fliehkraftbeanspruchung standhalten und hohe Oxidations- und Korrosionsfestigkeiten sowie Zuverlässigkeiten aufweisen müssen.

Der Stand der Technik beim Bau gegenwärtig anspruchsvoller stationärer Gasturbinen ist durch den Einsatz gerichtet bzw. einkristallin erstarrter Superlegierungen für die Ausrüstung der Turbinenlaufschaufeln gegeben. Relativ kurzfristige und mit hoher Erfolgswahrscheinlichkeit realisierbare Verbesserungen werden von der Weiterentwicklung heute standardmäßig als Gußlegierungen eingesetzter Superlegierungen auf Nickelbasis erwartet. Hier wird wesentlich an Veränderungen der Legierungsbestandteile und an neuen Prozeßtechnologien gearbeitet. Da mit dem Einsatz vollkeramischer Schaufeln aufgrund mangelnder Schadenstoleranz in absehbarer Zeit eher weniger zu rechnen ist, erlangt die Nutzbarmachung von geeigneten keramischen Wärmedämmschichten eine zunehmende Bedeutung. Bei diesen könnten 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 (einschließlich langfaserverstärkten Keramiken) oder kohlenstoffaserverstärkten Kohlenstoff sind frühestens mittelfristig zu erwarten. Inwieweit genannte Werkstoffe in der Summe ihrer Eigenschaften wesentliche Vorteile gegenüber ihren ebenfalls laufend weiterentwickelten klassischen Konkurrenten werden bieten können, kann derzeit nicht abschließend beurteilt werden.

4.4 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)

4.5 Projektbearbeiter/in

Torsten Fleischer (0228/23 45 71)

Dr. Dagmar Oertel (0228/23 34 36)

5. Forschungs- und Technologiepolitik für eine nachhaltige Entwicklung

5.1 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.

5.2 Stand der Arbeiten

Das TAB wurde im September 1995 beauftragt, im Rahmen eines Monitoring

- zunächst 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 Leistungsfähigkeit 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 von 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. auf nötige 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 um 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.

5.3 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 Inno-

vationen 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,
- 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.

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 die Anbindung des Programmes 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.

5.4 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

Vom TAB in Auftrag gegebene Gutachten

- Forschungspolitik für eine nachhaltige Entwicklung (Institut für sozialökologische Forschung, Frankfurt a.M.)
- Internationaler Vergleich der Forschungs- und Technologiepolitik im Hinblick auf das Leitbild nachhaltig zukunftsverträglicher Entwicklung (Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe)
- Forschungspolitik für eine nachhaltige Entwicklung: Das niederländische DTO-Programm und seine Bedeutung für die Bundesrepublik Deutschland (Institut für sozialökologische Forschung, Frankfurt a.M.)
- Research and Technology Policy for a Sustainable Development - Survey of the Dutch R&D Policy (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 (Christine Katz, Bonn)
- Kommentargutachten: "Forschungspolitik für eine nachhaltige Entwicklung: Das niederländische STD-Programm und seine Bedeutung für die Bundesrepublik Deutschland" (Ulrich Petschow, Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, Berlin; Joachim H. Spangenberg, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie, Wuppertal; Diethard Schade, Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg, Stuttgart; Peter Weingart, Georg Krücken, Anita Engels, Institut für Wissenschafts- und Technikforschung, Universität Bielefeld)

5.5 Projektbearbeiter/in

Dr. Leonhard Hennen (0228/23 35 82)

Dr. Christine Katz

Bettina-Johanna Krings (07247/82 25 01)

6. Entwicklung und Folgen des Tourismus

6.1 Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Der Tourismus ist weltweit ein herausragender Wirtschaftsfaktor. Im Vergleich mit anderen gilt er als eine der größten Wachstumsbranchen. Das unkontrollierte quantitative Wachstum des Freizeit- und Fremdenverkehrs führt aber in zunehmendem Maße dazu, daß der Fremdenverkehr selbst seine Grundlagen gefährdet. Die weitere Entwicklung des Tourismus und die damit verbundener Chancen, z.B. für Wirtschaftswachstum und Arbeitsplätze, scheinen nur dann gewährleistet zu sein, wenn es gelingt, den Massentourismus so umweltschonend wie möglich zu gestalten und Freizeitaktivitäten insgesamt in verträglichere Bahnen zu lenken.

Ziel des TA-Projektes, das auf Initiative des Ausschusses für Fremdenverkehr und Tourismus zustandekam, ist, **Entwicklungstrends und Problemfelder** des Tourismus zu identifizieren und **politischen Handlungsbedarf** zu analysieren.

6.2 Stand der Arbeiten

Das Projekt wurde im Oktober 1996 begonnen. In einer ersten Phase sollte eine Literatursichtung durchgeführt und der Stand der Informationen und des Wissens aufgearbeitet werden. In der zweiten Phase war eine Vertiefung der Thematik in ausgewählten Feldern und die Herausarbeitung von Optionen für eine nachhaltige deutsche Tourismuspolitik vorgesehen.

6.3 Vorläufige Ergebnisse

Der Abschlußbericht zur ersten Projektphase liefert eine Bestandsaufnahme der Forschung und des Wissens zum Phänomen des modernen Massentourismus. Er konzentriert sich dabei auf den Tourismus der Deutschen und in Deutschland. Die Bestandsaufnahme der Literatur beinhaltet ferner eine Defizitanalyse der Forschung und stellt einige Vorschläge zur Verbesserung zur Diskussion. Herausgearbeitet werden

- die überragende **wirtschaftliche Bedeutung des Tourismus** und die Hoffnungen, die sich damit im Blick auf Wachstum, Standort und Arbeitsplätze verbinden;
- die **tourismusinduzierten Umweltprobleme** und die Schwierigkeiten, mit den lokalen und globalen Problemlagen umzugehen;
- **technologische Trends** mit Relevanz für das globale Management des modernen Tourismus - mit besonderer Berücksichtigung der Informations- und Kommunikationstechnologie;
- die Bedeutung von und Veränderungen bei **Motiven, Einstellungen und Werten**, die für das jetzige und zukünftige Verhalten des "homo turisticus" interessant sind.
- Ausführlich analysiert der Bericht den **Status der deutschen Tourismuspolitik** und skizziert deren zentrale Struktur- und Kommunikationsprobleme.

Als Fazit ist festzuhalten, daß, trotz deutlicher Fortschritte in letzter Zeit, die momentanen tourismuspolitischen Strukturen wahrscheinlich auf Dauer nicht geeignet sind, eine ökonomische tragfähige und ökologisch verträgliche Entwicklung zu sichern. Die Lösung der Problematik liegt nicht in einer zentralistischen Tourismuspolitik des Bundes, sondern in einer **politischen Konzeption für den Tourismus**. Mit ihrer Hilfe ließen sich - ein klarer politischer Wille vorausgesetzt - programmatische Anstöße geben und politische Aktivitäten stärker als bisher koordinieren. Auch könnte die Diskussion über neue Leitbilder und Instrumente im Tourismus besser als bisher moderiert und mitgestaltet werden.

Über einen neuen Anfang und einen veränderten Stil in der Tourismuspolitik - so hält der Bericht abschließend fest - sollte eine politische, besser noch: eine öffentliche Debatte geführt werden.

6.4 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, Einstellungen, Verhalten und Wertorientierungen (Institut für Tourismus- und Bäderforschung in Nordeuropa GmbH, N.I.T., Kiel)
- Tourismus und Ökonomie (Prognos AG, Basel)
- Tourismusinduzierte Umweltwirkungen (Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, ifeu, und Öko-Institut e.V., Institut für angewandte Ökologie, Darmstadt)
- Technikentwicklungen mit Relevanz für den Tourismus (Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung, IZT, Berlin)
- Tourismus und Politik (Europäisches Tourismus Institut GmbH, ETI, Trier und Ecologic GmbH, Gesellschaft für Internationale und Europäische Umweltforschung, Berlin)

6.5 Projektbearbeiter

Dr. Thomas Petermann (0228/23 35 83)

TAB

IV. Monitoring-Vorhaben

1. Technikakzeptanz und Kontroversen über Technik

Aufgabe des Monitoring zum Thema "Technikakzeptanz und Kontroversen über Technik" ist die Untersuchung von Konflikten und Kontroversen um neue Technologien sowie der öffentlichen Wahrnehmung von Technik. Ziel ist es, Erkenntnisse über Ursachen und Strukturen solcher Kontroversen zu gewinnen und Vorstellungen darüber zu entwickeln, wie Technikkontroversen als gesellschaftliche Lernprozesse gestaltet werden können.

In der ersten Phase des Monitoring wurde ein Sachstandsbericht zu den Ergebnissen der Meinungs- und Medienforschung zum Thema Technikakzeptanz vorgelegt (TAB-Arbeitsbericht Nr. 24), und es wurden erste, auf der gegenwärtigen sozialwissenschaftlichen Forschung aufbauende Überlegungen zu Ursachen und Strukturen von Technikkontroversen angestellt (TAB-Diskussionspapier Nr. 6). 1997 wurde eine repräsentative Bevölkerungsumfrage in Auftrag gegeben, die die im ersten Sachstandsbericht wiedergegebenen Ergebnisse der Meinungsforschung zur Technikakzeptanz überprüfen sowie Aufschluß über weitere Aspekte der Technikakzeptanz, die in der Meinungsforschung bisher weniger Berücksichtigung gefunden hatten, geben sollte. Mit dem Bericht zur Umfrage (TAB-Arbeitsbericht Nr. 54) soll das **Monitoring-Vorhaben vorläufig abgeschlossen werden**. Die weiteren im Rahmen des Monitoring "Technikakzeptanz und Technikkontroversen" geplanten Arbeiten zur Frage der Gestaltung von Technikkontroversen sollen im Arbeitsbereich Konzepte und Methoden weiterverfolgt werden. Gedacht ist an die Vergabe einer Überblicksstudie zu sozialwissenschaftlichen Ansätzen der Gestaltung von Technikkontroversen sowie einer Studie zur Frage, welche Rolle Parlamente im Zusammenhang von Technikkontroversen spielen bzw. spielen können.

Die im Februar/März 1997 durchgeführten **repräsentativen Umfrage zur Technikeinstellung der deutschen Bevölkerung** bestätigt im wesentlichen die Ergebnisse der im Rahmen des Monitoring bereits durchgeführten vergleichenden Untersuchung vorliegender Umfragen zur "Technikakzeptanz". Technikfeindlichkeit ist in der deutschen Bevölkerung kein sehr weit verbreitetes Phänomen. Die Einstellung zu modernen Technologien ist differenziert je nach Technologiefeld und unterschiedlichen Anwendungen von Technologien.

Betrachtet man die **Ergebnisse der Umfrage im Vergleich zu früheren "Messungen"**, so läßt sich, trotz einiger Widersprüche zwischen einzelnen Indikatoren, eine leicht negative Entwicklung der insgesamt weiterhin überwiegend positiven Technikeinstellung in den letzten Jahren feststellen. Diese Entwicklung wird auch durch andere Umfragen aus den letzten Jahren bestätigt. Ursachen für diese Entwicklung sind auch durch aufwendige statistische Analysen von Umfrageergebnissen natürlich nicht letztlich aufzuklären. Die in der Umfrage aufscheinende Skepsis bezüglich der Arbeitsmarktwirkungen neuer Technologien und die Bedeutung der wirtschaftliche Aspekte des technischen Wandels betreffenden Variablen für die persönliche Einstellung zur Technik können allerdings einen Hinweis auf eine Erklärung geben. Es scheint plausibel, daß die wirtschaftlichen Probleme der letzten Jahre insgesamt zu pessimistischeren Zukunftserwartungen führen, die auch die Einstellung zur Technik allgemein betreffen. Zwar wird von einer deutlichen Mehrheit der Befragten die Bedeutung moderner Technologien für die Stellung Deutschlands im internationalen Wettbewerb hoch eingeschätzt, davon unabhängig sind aber die Erwartungen, die sich an den technischen Fortschritt bezüglich seines Potentials zur Lösung wirtschaftlicher Probleme knüpfen, durchaus eher zurückhaltend.

Der in der Umfrage aufscheinende weitverbreitete **Wunsch nach mehr Einflußmöglichkeiten von Bürgerinnen und Bürgern auf technologiepolitische Entscheidungen** entspricht der international zu verzeichnenden Tendenz, eine Lösung von Technologiekonflikten durch Verfahren der Bürgerbeteiligung anzustreben. In allen westlichen Demokratien manifestieren sich Ansprüche der Bürgerinnen und Bürger auf mehr Beteiligung in technologiepolitischen Fragen schon seit geraumer Zeit in öffentlichen Kontroversen über neue Technologien und in verschiedenen Formen von Protest gegen Entscheidungen von der lokalen bis hin zur nationalen Ebene. Von seiten der Politik und der Verwaltung wird hierauf mit dem Angebot von Verfahren der Bürgerbeteiligung reagiert - vor allem auch vor dem Hintergrund der Erfahrung, daß bessere Information oder "Aufklärung" der Bevölkerung nicht zu einem neuen "technologiepolitischen Konsens" bzw. zu tragfähigen Kompromissen zwischen Betroffenen, Anwendern und politischen Entscheidungsinstanzen führt (Bijker et al. 1995). Wie sich Formen der Partizipation politisch-institutionell umsetzen lassen, d.h. vor allem, welcher Stellenwert der Bürgerbeteiligung im System der repräsentativen Demokratie zukommen kann, ist trotz eines breiten Spektrums von bereits erprobten Beteiligungsverfahren noch eine weitgehend ungeklärte Frage. Es scheint aber angesichts wachsender Ansprüche auf Mitsprache kaum vermeidbar, Verfahren zu entwickeln, die gewährleisten, daß aus der Sicht der

Bürgerinnen und Bürger technologiepolitische Entscheidungen nicht länger als "take-it-or-leave-it-choice" - als Entscheidungen, die man nur hinnehmen oder ablehnen, nicht aber mitgestalten kann - wahrgenommen werden müssen. Weniger in einem Mangel an Information oder Wissen auf seiten der Bevölkerung, sondern eher in dem Umstand, daß die Laien sich meist bei neuen Technologien vor die Alternative gestellt sehen, zuzustimmen oder eben Protest anzumelden, nicht aber Entscheidungen, die sie betreffen, mitgestalten zu können, scheint die grundsätzliche Problematik und demokratische Herausforderung von Technikkontroversen und -konflikten zu liegen (Bijker et al. 1995).

Insgesamt zeigen die Ergebnisse der Umfrage einmal mehr, **wie problematisch es ist, aus einzelnen Indikatoren und den entsprechenden Antwortverteilungen auf "die" Einstellung der Bevölkerung zu neuen Technologien zu schließen.** Dem Umstand, daß auch bei vermeintlich das Gleiche messenden Fragen (wie beispielsweise die Einstellung zur Technik allgemein) die Frageformulierung (Frage nach der persönlichen Einstellung oder nach der Meinung zu positiven oder negativen Folgen des technischen Wandels) zu recht unterschiedlichen Ergebnissen führen kann, muß Rechnung getragen werden. Standardisierte Fragebögen sollten - auch wenn dies den Aufwand der Auswertung erhöht - ergänzt werden durch offene Fragen, die den Befragten die Möglichkeit eröffnen, Auskunft beispielsweise darüber zu geben, welche Technologien, welche Problembe- reiche sie - gefragt nach ihrer Einstellung zu Technik schlechthin - assoziieren. Auf dieser Basis könnte man durch Umfragen eventuell zu einem tieferen Verständnis dessen gelangen, was die öffentliche Meinung über neue Technologien prägt und beschäftigt. Darüber hinaus wäre daran zu denken, standardisierte Umfragen stärker als bisher durch qualitative Untersuchungen - etwa durch Auswertung von Gruppendiskussionen mit betroffenen bzw. interessierten Laien zu technologiepolitischen Fragen - zu ergänzen.

Publikationen und Materialien

TAB-Veröffentlichungen und Materialien

- TAB-Arbeitsbericht Nr. 24: Ist die (deutsche) Öffentlichkeit "technikfeindlich"? - 1. Sachstandsbericht (Autor: L. Hennen), Januar 1994
- Pressemitteilung: Ist die (deutsche) Öffentlichkeit "technikfeindlich"? (April 1994)

- TAB-Diskussionspapier Nr. 6: Diskurse über Technik: Öffentliche Technikkontroversen und Technikfolgenabschätzung als Erscheinungen reflexiver Modernisierung (Autor: L. Hennen), Mai 1994
- Technikakzeptanz aus der Sicht der Industrie (Arbeitspapier), Juli 1995
- Konsensus-Konferenzen - Ein neues Element demokratischer Technologiepolitik? (TAB-Brief Nr. 10, Dezember 1995)
- "Diskurse" - Technik ins Gerede bringen? (TAB-Brief Nr. 11, Oktober 1996)
- TAB-Arbeitsbericht Nr. 54: Ambivalenz und Widersprüche: Die Einstellung der deutschen Bevölkerung zur Technik - Ergebnisse einer repräsentativen Umfrage des TAB - 2. Sachstandsbericht (Autor: L. Hennen), Dezember 1997

Vom TAB in Auftrag gegebene Gutachten

- Technikberichterstattung und Technikakzeptanz. Inhalte und Wirkungen der Medienberichterstattung über Technik, Umwelt und Risiken (Dr. Hans Peter Peters, Forschungszentrum Jülich, Programmgruppe Mensch, Umwelt, Technik)
- Sekundäranalytische Synopse von empirischen Untersuchungen zur Technikakzeptanz (Dieter Jaufmann und Ernst Kistler, Internationales Institut für Empirische Sozialökonomie, Stadtbergen)
- Understanding the Politics of Technology. A Comparative International Study of Technological Controversies and Technology Acceptance (Wiebe E. Bijker, Anthony Arundel, Jessica Mesman; University of Limburg, Maastricht, NL)
- Technikakzeptanz aus der Sicht der Industrie (IMACON - Institut für Marketing-Assessment, Köln)
- Technikeinstellungen in der Bevölkerung 1997 (Ernst Kistler, Susanne Schäfer-Walkmann, Internationales Institut für Sozialökonomie, Stadtbergen)

Projektbearbeiter

Dr. Leonhard Hennen (0228/23 35 82)

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. Mit der Bearbeitung des Themas "Pflanzliche Öle und andere Kraftstoffe aus Pflanzen" wurde im Sommer 1997 begonnen. Auf wichtige Ergebnisse des zweiten Sachstandsberichtes wird im folgenden näher eingegangen.

Die Vergasung von Biomasse stellt im Rahmen der zahlreichen Möglichkeiten zur energetischen Nutzung von Biomasse eine Energietechnik dar, die im Vergleich zu den konventionellen Verbrennungstechniken die folgenden, wesentlichen Vorteile aufweist:

- In Verbindung mit Gasmotoren oder Gasturbinen können durch die Biomassevergasung bei Kraft-Wärme-Kopplung deutlich höhere elektrische Wirkungsgrade erzielt werden, als dies bei der Biomasseverbrennung mit nachgeschalteter Dampferzeugung und Dampfturbine möglich ist. Durch die Gasnutzung in Brennstoffzellen können auch in kleinen Einheiten und im Teillastbetrieb hohe elektrische Gesamtwirkungsgrade erreicht werden.
- Aufgrund der besseren energetischen Nutzung pro eingesetzter Biomasseeinheit sind die CO₂-Einsparungspotentiale größer als bei der Verbrennung. Die Bildung von NO_x-Verbindungen kann weitgehend unterbunden und die Schadstoffreinigung für verschiedene Substanzen einfacher gestaltet werden. Der Vorteil bei den NO_x kann allerdings bei der späteren Gasverwendung in Gasmotoren oder Gasturbinen teilweise wieder verloren gehen. Bei der Gasnutzung in Brennstoffzellen ist mit erheblich geringeren Emissionen an NO_x, CO und Kohlenwasserstoffen zu rechnen als bei den thermomechanischen Verfahren der Gasnutzung.

Die Vergasung von Holz und holzartigen Rest- und Abfallstoffen in Festbett- oder Wirbelschichtvergasern und die Gasnutzung zur Wärmeerzeugung ist Stand der Technik. Die überwiegend in den skandinavischen Ländern eingesetzten

Holzvergaser dienen nahezu ausschließlich der Wärmeerzeugung. Die technisch deutlich schwierigere Vergasung von Stroh und anderen festen Agrobrennstoffen, die meist höhere Konzentrationen an Stickstoff, Schwefel, Chlor und Alkalimetallen enthalten als Holz, befindet sich dagegen noch in einer frühen Forschungs- und Entwicklungsphase. Eine Intensivierung der Entwicklung von Vergasungstechniken für halmartige Biomassearten ist ein lohnenswertes Ziel, da das Aufkommenspotential dieser Brennstoffgruppe vergleichsweise groß ist.

Bei der Gasnutzung in Brennstoffzellen sind bei den verschiedenen Brennstoffzellen-Typen in den vergangenen Jahren erhebliche Fortschritte bei der Technologieentwicklung gemacht worden. Es bleiben aber bei allen Typen noch mehrere wichtige technische Probleme zu überwinden. Es wird sich noch erweisen müssen, welcher Typ am besten und am schnellsten mit diesen Problemen fertig wird. Der Beginn einer Serienproduktion dürfte in allen Fällen die gegenwärtig gegenüber anderen Gasverwendungsarten bestehenden Kostennachteile deutlich verringern. Um die technische Reife von Brennstoffzellen-Systemen mit integrierter Biomassevergasung zu erreichen, sind jedoch noch umfangreiche FuE-Arbeiten erforderlich, die sich nicht auf die Brennstoffzellen-Technologie beschränken.

Unter den gegenwärtigen energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen besteht für Anlagenhersteller und potentielle Betreiberfirmen wenig Motivation, die Forschung und Entwicklung größtenteils mit eigenen Mitteln voranzutreiben. In dieser Situation ist nicht nur die Förderung von anwendungsbezogenen Demonstrationsprojekten, sondern auch von Forschung und Entwicklung im Bereich der Vergasung, Gasreinigung und Gasverwendung Voraussetzung für eine Belebung der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten. Es wird angeregt, weitere Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben prioritär in den folgenden Bereichen zu fördern:

- Demonstration eines störungsarmen Anlagenbetriebs mit einem integrierten Verfahren zur Biomassevergasung (zunächst Holz), einem Gasreinigungssystem und einer Gasnutzung in Gasmotoren und Gasturbinen im Dauerbetrieb in technischen Versuchsanlagen und danach in Demonstrationsanlagen;
- Entwicklung und technische Demonstration von Vergasern für Stroh und andere halmartige Biomassen und zugehörige Gasreinigungsverfahren;
- Integration von Anlagen zur Vergasung oder Pyrolyse von Biomasse in bestehende größere Kohlekraftwerke;
- Experimentelle Prüfung der Verknüpfung von Verfahren zur Vergasung von Biomasse, zur Gasreinigung und zur Gasnutzung in Brennstoffzellen.

Aussagen zur Wirtschaftlichkeit von Anlagen mit integrierter Biomassevergasung sind gegenwärtig nur mit Vorbehalten möglich, da sie noch nicht durch Praxisanlagen im Dauerbetrieb gestützt werden können. Die Vergasung von Biomasse hat gegenwärtig eine noch ungünstigere wirtschaftliche Ausgangsposition als die energetische Biomasseverwertung über die Verbrennung, da die technisch interessanten Vergasungssysteme in der Entwicklungs- und Demonstrationsphase stecken. Es zeichnet sich jedoch ab, daß technische Fortschritte bei der Entwicklung zuverlässiger Systeme zur Biomassevergasung und effizienten Gasnutzung auch zu wirtschaftlichen Vorteilen gegenüber der Verbrennung führen können. Sie können die Wärme- und Stromgewinnung aus Biomasse jedoch nur dann über die Wirtschaftlichkeitsschwelle heben, wenn sich die Rahmenbedingungen spürbar ändern, beispielsweise durch eine stärkere finanzielle Honorierung der mit der energetischen Nutzung von Biomasse verbundenen Umweltvorteile. Andernfalls wird sich der Markt für Biomassevergaser in Deutschland und in Europa auf absehbare Zeit auf die Behandlung organischer Abfälle (z.B. Prozeßrückstände aus der Zellstoff-, Papier- und Zuckerindustrie) beschränken.

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)

3. Brennstoffzellen-Technologie

Auf Beschluß der Berichterstatte(r)innen und Berichterstatte(r) für Technikfolgenabschätzung hat sich das TAB seit Ende 1996 mit dem Entwicklungsstand derzeit verfügbarer Brennstoffzellen-Systeme aus technischer und ökonomischer Sicht im internationalen Vergleich befaßt. Im September 1997 wurde hierzu ein **Sachstandsbericht** vorgelegt (TAB-Arbeitsbericht Nr. 51). Dieser gibt einen komprimierten Überblick über den derzeitigen Entwicklungsstand sowie zu aktuellen Trends und Perspektiven der Brennstoffzellen-Technologie.

Das Interesse am Einsatz der Brennstoffzellen-Technologie auch in zivilen Märkten hat in Industrie und Forschung in den 90er Jahren sprunghaft zugenommen. Indikatoren hierfür sind eine deutlich zunehmende Anzahl von Veröffentlichungen, eine Reihe installierter Demonstrationsanlagen (Prototypen) in Amerika, Japan und Europa sowie erhöhte Aktivitäten zur Bildung nationaler bzw. internationaler Arbeits- und Interessengruppen. Ziel dieser Anstrengungen ist es, die Weiterentwicklung der Brennstoffzellen-Technologie möglichst anwendungsorientiert zu gestalten und ihre Markteinführung zu unterstützen. Jedoch bleibt zu verzeichnen, daß trotz erheblicher wissenschaftlicher Fortschritte (z.B. Materialeinsatz) und tendenziell veränderten energiepolitischen Rahmenbedingungen (z.B. Umweltschutzregelungen infolge der Ozon- und Treibhausgasproblematik, Dezentralisierung der Stromerzeugung) **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 emissions- bzw. immissionsmindernd zu wirken und die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zumindest partiell abzubauen. Insofern besitzt die Brennstoffzellen-Technologie eine **hohe forschungs-, energie- und umweltpolitische Attraktivität**. Wesentliche Ergebnisse der TAB-Studie sind:

- Von einer Reihe möglicher Brennstoffzellen-Typen haben sich im wesentlichen fünf durchgesetzt, welche einen sehr unterschiedlichen Entwicklungsstand aufweisen. Niedrig- und Mitteltemperatur-Brennstoffzellen sind deutlich weiter entwickelt als Hochtemperatur-Brennstoffzellen.
- Einsatzgebiete von Brennstoffzellen sind primär die **gekoppelte Strom- und Wärme(erzeugung) und der Verkehrsbereich**. Bereits am Markt verfügbar ist die phosphorsaure Brennstoffzelle; insbesondere für den mobilen Bereich wird die Membran-Brennstoffzelle forciert.

- **International** wird im wesentlichen in Nordamerika, Japan und Westeuropa an der Entwicklung der Brennstoffzellen-Technologie geforscht, wobei die Intensität dieser Forschungsarbeiten - primär bedingt durch verschiedene energie- und umweltpolitische Rahmenbedingungen - sehr unterschiedlich ausgeprägt ist.
- Insgesamt gesehen hat die Brennstoffzellen-Technologie heute einen Entwicklungsstand erreicht, der für einige Brennstoffzellen-Systeme ein **breite Einführung mittelfristig** (etwa 2005 bis 2010) **möglich** erscheinen läßt.
- Dies setzt voraus, daß die derzeit noch **hohen Herstellungskosten**, bedingt durch Einzelfertigung und den Einsatz teurer Materialien, signifikant reduziert werden. Um mit den Kosten in Größenordnungen konventioneller Energieerzeugungsanlagen zu kommen, müßten diese derzeit um einen Faktor bis zu zehn reduziert werden; bei Fahrzeugantrieben sind noch deutlich höhere **Kostendegressionen** erforderlich.
- Ein wesentliches Charakteristikum von Brennstoffzellen-Systemen ist das **begrenzte Spektrum einsetzbarer Brennstoffe**, welches mit zunehmender Betriebstemperatur breiter wird. So sind Brennstoffzellen im Niedrigtemperaturbereich nur mit reinem Wasserstoff, im Hochtemperaturbereich dagegen mit verschiedenen Brenngasen (z.B. Erdgas) betreibbar.
- Der jeweilige Brennstoff hat Einfluß auf die Versorgungsstrukturen, welche etwa bei einem breiten Einsatz von Wasserstoff völlig neu geschaffen werden müßten. Dagegen wäre bei einem Einsatz von Erdgas oder Flüssigbrennstoffen (Methanol, Benzin) ein Anschluß an bereits **bestehende Versorgungssysteme** möglich.

Eine Fortführung dieser Thematik im Sinne einer weitergehenden Einordnung und Beurteilung des Einsatzpotentials der Brennstoffzellen-Technologie in zukünftigen Energie- und Verkehrssystemen erscheint nach dem derzeitigen Stand der Bearbeitung sinnvoll.

Publikationen und Materialien

TAB-Veröffentlichungen und Materialien

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

- Brennstoffzellen: energieeffizient, emissionsarm, aber kostenintensiv (TAB-Brief Nr. 12, Juni 1997)

Vom TAB in Auftrag gegebenes Gutachten

- Technischer Stand und wirtschaftliches Potential der Brennstoffzellen-Technologie im internationalen Vergleich (Autoren: M. Fischer, J. Nitsch, W. Schnurnberger, Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt e.V., Institut für Technische Thermodynamik, Stuttgart)

Projektbearbeiter/in

Dr. Dagmar Oertel (0228/23 34 36)

Torsten Fleischer (07247/82 45 71)

V. Konzepte und Methoden

Methodische Ansätze der Innovationsforschung und ihre Bedeutung für die Technikfolgenabschätzung am Beispiel der Telekommunikation

Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung

Moderne Telekommunikationstechnologien und ihre Anwendungen in allen Bereichen der Gesellschaft gehen einher mit einer Veränderung der sozialen, ökonomischen und politischen Strukturen. Die Dynamik, die Dimensionen der Auswirkungen und die Schnelligkeit des Wandels geben diesem Forschungsfeld eine besondere Bedeutung, wie die Entwicklungen des zellularen Mobilfunks, des Internet oder neuer multimedialer Dienste zeigen. Während einerseits synergetische oder kumulative Effekte Nutzungspotentiale und Gestaltungsoptionen eröffnen, können sich Komplexität und Eigendynamik sowie nicht intendierte Wirkungen zu Hemmnissen für die Umsetzung und Akzeptanz von Innovationen in diesem Sektor entwickeln.

Dementsprechend haben in den vergangenen Jahren Untersuchungen an Bedeutung gewonnen, die dazu beitragen, Innovationsprozesse zu erklären und so auszugestalten, daß Nutzungs- und Problemlösungspotentiale technischer Neuerungen möglichst weitgehend zur Steigerung der gesellschaftlichen Wohlfahrt und des individuellen Nutzens ausgeschöpft, ihre Risiken hingegen begrenzt werden. Gegenstand dieser Untersuchungen sind jene Faktoren, die die Prozesse der Diffusion, der Adoption und der Akzeptanz neuer TK-Technologien und -Dienste fördern bzw. behindern. Unter anderem wird in diesen Untersuchungen der Versuch unternommen, eher mikro-ökonomisch orientierte, soziologische und sozialpsychologische Ansätze zusammenzuführen und empirisch zu erproben.

Es soll die Frage untersucht werden, ob diese Ansätze der Untersuchung möglicher Folgen, der Diffusions- und Akzeptanzprobleme neuer Techniken und Dienste und ihre Ergebnisse der Erweiterung bzw. Weiterentwicklung der Konzepte und des methodischen Instrumentariums der Technikfolgenabschätzung dienen könnten. Hierzu soll zunächst eine vergleichende Analyse von sechs bis acht international bedeutsamen Untersuchungen der TK-Innovationsforschung durchgeführt werden.

Stand der Arbeiten

Mit den Vorbereitungen für die Bearbeitung des Themas wurde im Januar 1997 begonnen. Geplant ist die Vorlage eines Diskussionspapiers Ende 1998.

Vom TAB in Auftrag gegebene Gutachten

- Methodische Ansätze der Innovationsforschung und ihre Bedeutung für die Technikfolgenabschätzung am Beispiel der Telekommunikation (Franz Büllingen, Wissenschaftliches Institut für Kommunikationsdienste GmbH, Bad Honnef)

Projektbearbeiter

Dr. Thomas Petermann (0228/23 35 83)

VI. Publikationen des TAB

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 *Febr. 1997*
- Neuauflage, englisch *Febr. 1997*

TAB-Broschüre

- Ziele, Themen, Organisation (Neuauflage, deutsch/englisch) *Febr. 1996*

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*

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 Verkehrs-
sektor (Endbericht, Teil III) *Juni 1993*
- **Nr. 17** TA-Projekt "Grundwasserschutz und Wasserversorgung"
- Grundwasseranierung (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 (Endbe-
richt, Teil VI) *Mai 1993*
- **Nr. 18** TA-Projekt "Genomanalyse" - Chancen und Risiken ge-
netischer Diagnostik (Endbericht) *Sept. 1993*
- **Nr. 19** TA-Monitoring Bericht II - Technikfolgen-Abschätzung
zu neuen Biotechnologien (Auswertung ausgewählter
Studien ausländischer parlamentarischer TA-Einrich-
tungen) *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 ei-
nem 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 "Umweltechnik 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 "Umweltechnik 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 Informations-
technologie - Eine Auswertung von sechs Studien euro-
päischer 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. Sach-
standsbericht) *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 Ver-
folgung und Sicherung nationaler und EG-weiter Um-
weltschutzziele 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 Rü-
stungsbereich" (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 Brennstoffzel-
len-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. Sachstands-
bericht) *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*

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

Büro für Technikfolgen-Abschätzung
beim Deutschen Bundestag

Rheinweg 121 · 53 129 Bonn
Telefon: 02 28 / 23 35 83
Telefax: 02 28 / 23 37 55
e-mail: buero@tab.fzk.de
Internet: www.tab.fzk.de