

Ch. Katz  
L. Hennen  
B.-J. Krings

Juni 1997



**TAB**

**Monitoring**  
**“Forschungs- und Technologiepolitik**  
**für eine nachhaltige Entwicklung”**

Sachstandsbericht



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

<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>3</b>
<b>I. Einleitung .....</b>	<b>9</b>
1. Das Leitbild "Nachhaltige Entwicklung" .....	9
2. Die Bedeutung von Forschung und Entwicklung für eine nachhaltige Entwicklung .....	11
<b>II. FuT-Politik und nachhaltige Entwicklung.....</b>	<b>15</b>
1. Globalisierung und nachhaltige Entwicklung - Aktuelle Herausforderungen der FuT-Politik.....	15
2. Kriterien für eine an Nachhaltigkeit orientierte FuT-Politik.....	18
<b>III. Bestandsaufnahme und Bewertung der aktuellen FuT-Politik.....</b>	<b>27</b>
1. Die FuT-Politik des BMBF und das Leitbild "Nachhaltige Entwicklung" .....	27
2. Förderschwerpunkt Umweltforschung und -technik .....	29
3. Förderschwerpunkt Mobilitäts- und Verkehrsforschung.....	42
4. Förderschwerpunkt Materialforschung.....	47
5. Perspektiven einer an nachhaltiger Entwicklung orientierten FuT-Politik.....	50
<b>IV. Forschungspolitische Prioritäten und Maßnahmen - Vier Länder im Überblick.....</b>	<b>57</b>
1. Vereinigte Staaten von Amerika .....	58
2. Japan.....	67
3. Schweden.....	72
4. Niederlande.....	77
5. Vergleichende Bewertung der länderspezifischen Strategien .....	83

<b>V. Inhaltliche Skizze eines TA-Projektes.....</b>	<b>91</b>
<b>Literatur.....</b>	<b>93</b>
1. Vom TAB in Auftrag gegebene Gutachten.....	93
2. Weitere Literatur.....	93

## Zusammenfassung

Eine dem Konzept der nachhaltigen zukunftsfähigen Entwicklung verpflichtete Wirtschafts- und Lebensweise bedarf technologischer und sozialer Innovationen. 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. Das TAB wurde im September 1995 beauftragt, im Rahmen eines Monitoring zu untersuchen, welchen Beitrag die deutsche FuT-Politik zur Konkretisierung und Verwirklichung einer innovationsorientierten, nachhaltigen Entwicklung leisten kann, wie ihre gegenwärtigen Ziele, Konzepte und Instrumente im Blick darauf zu bewerten und welche Anforderungen an die FuT-Politik daraus abzuleiten sind. Der vorliegende Bericht faßt die Ergebnisse des Monitoring zusammen. Die Arbeiten des TAB zum Thema werden zur Zeit als TA-Projekt fortgeführt.

### Kriterien für eine an Nachhaltigkeit orientierte FuT-Politik

Für eine Operationalisierung des Leitbildes "sustainable development" ist zu berücksichtigen, daß nachhaltige Entwicklung kein auf ein klar definiertes Ziel gerichteter Prozeß ist, sondern neue wissenschaftliche Erkenntnisse, veränderte gesellschaftliche Bewertungen und Rahmenbedingungen immer wieder in einen offenen Prozeß der Zielformulierung einschließen muß.

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. Entsprechend lassen sich folgende allgemeine Kriterien für eine an nachhaltiger Entwicklung ausgerichtete FuT-Politik formulieren:

- 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 wie weit sich die gegenwärtige FuT-Politik thematisch und methodisch-konzeptionell an nachhaltiger Entwicklung orientiert.

Insgesamt verweist das Kriterienset auf eine starke Einbindung von Wissenschaft und Technikentwicklung in den soziopolitischen Prozeß der Diskussion um Ziele und Umsetzungsperspektiven einer nachhaltigen Entwicklung. Die Rolle, die der Wissenschaft (und damit auch der FuT-Politik) zugeschrieben wird, entspricht einer wissenschaftssoziologisch vielfach festgestellten Entwicklung. Angesichts komplexer werdender sozialer Strukturen und zunehmender Komplexität der Folgewirkungen von Inhalt Wissenschaft und Technik und damit auch schwer überschaubarer politischer Entscheidungssituationen richten sich Forschung und Entwicklung mehr und mehr auf gesellschaftlich definierte Problemlagen aus. Eine auf Nachhaltigkeit hin orientierte FuT-Politik muß die Schwierigkeiten einer "entscheidungsorientierten" Wissenschaft wie z.B. den Umgang mit unsicherem - da auf die Bewältigung zukünftiger Aufgaben ausgerichtetem - Wissen sowie mit Expertenstreit und Expertenkritik in Rechnung stellen. Sie wird aber auch den Beitrag von Wissenschaft und Technikentwicklung im Prozeß der (politischen) Operationalisierung des Leitbildes "Nachhaltige Entwicklung" unterstützen und die Auseinandersetzung zwischen Wissenschaft und Gesellschaft (mit-)organisieren müssen. Die gesamte politische Prozeßkette der Definition von Problemlagen, der Entwicklung von Indikatoren für eine nachhaltige Entwicklung, der Festlegung von Nachhaltigkeitszielen und der Entscheidung über geeignete Maßnahmen erfordert eine ständige Rückkopplung mit dem Stand von Wissenschaft und Technik - von Ergebnissen der Grundlagenforschung zu anthropogenen Veränderungen von Ökosystemen bis hin zur Begleitforschung zur Implementation nachhaltiger Technologien oder sozialer Innovationen.

## Ziele und Leitbilder der FuT-Politik des BMBF

Als wichtigste übergreifende Zielorientierung der Forschungs- und Technologiepolitik des BMBF ist die Förderung von wissenschaftlich-technischen Innovationen zur Sicherung der wirtschaftlichen und technologischen Wettbewerbsfähigkeit anzusehen. Die wachsende Bedeutung technologischer Innovationen für die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie führt in der aktuellen FuT-Politik zu einer starken Betonung der Kooperation von Wissenschaft und Industrie, zur Unterstützung der Umsetzung von wissenschaftlichem Wissen in marktreife Produkte und generell zu Bemühungen um eine Beschleunigung von Innovationsprozessen durch eine verbesserte Ausschöpfung des Innovationspotentials der FuT-Landschaft durch mehr Wettbewerb, kooperative Nutzung von Know-how, Förderung des Wissens- und Technologietransfers, Interdisziplinarität. Diese Akzentsetzungen sind an eine Orientierung der FuT-Politik auf das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung durchaus angeschlossen. Hervorgehoben werden können unter dem Gesichtspunkt der Anschlußfähigkeit des Leitbildes "Nachhaltige Entwicklung" an aktuelle Tendenzen der FuT-Politik des BMBF folgende Aspekte:

- Die Orientierung an gesellschaftlichen Problemlagen und -bereichen (vor allem Umwelt, Gesundheit, Verkehr) spielt bereits heute eine wichtige Rolle für die Prioritätensetzung der Forschungspolitik.
- Die Akzentverschiebung der FuT-Politik von der reinen Grundlagenforschung hin zur "anwendungsorientierten Grundlagenforschung" und zur "produktorientierten Anwendungsforschung" kommt den Anforderungen einer an Nachhaltigkeit orientierten FuT-Politik (s. die o.g. Kriterien) durchaus entgegen.
- Die als neues Instrument der Förderpolitik eingeführten Leitprojekte mit ihrer Betonung von Interdisziplinarität und Anwendungsorientierung sind von ihrer Ausrichtung her geeignet, Aspekte wie Akteursorientierung, problemorientierte Interdisziplinarität, Orientierung an Bedürfnisfeldern zu integrieren: "Leitprojekte sollen anspruchsvolle Aufgabenstellungen mit einer konkreten Anwendungsperspektive bündeln und verschiedene Disziplinen und Anwendungen zusammenführen. Sie sollen von kooperationswilligen Partnern 'bottom up' vorgeschlagen und erarbeitet werden" (BMBF 1996e, S. 29).
- Nachhaltige Entwicklung fungiert bereits jetzt als Leitbild in den Bereichen Umwelt- und Energieforschung und ihren jeweils angrenzenden Feldern.

Damit ist das Konzept der nachhaltigen Entwicklung bisher allerdings auf einen umweltpolitischen und ökologischen oder allenfalls ressourcenökonomischen Ansatz beschränkt.

Auf der Basis einer exemplarische Untersuchung von drei Förderbereichen, die für eine Orientierung an nachhaltiger Entwicklung relevant sind - der Umwelt- und Klimaforschung, der Verkehrs- und Mobilitätsforschung sowie der Materialforschung -, kommt der Bericht zu folgenden Schlußfolgerungen hinsichtlich der Perspektiven einer übergreifenden Orientierung der FuT-Politik am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung.

Bei den **Instrumenten der Forschungsförderung** bedarf eine an Nachhaltigkeit orientierte Forschungspolitik eines konsequenten Ausbaus der problemorientierten, interdisziplinären Verbundforschung. Dabei sollten natur-, ingenieur-, wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Disziplinen schon von der Phase der Problemdefinition an gleichberechtigt kooperieren. Einen Ansatzpunkt bieten diesbezüglich die im Bereich der Umweltforschung entwickelten Verbundprojekte, die mit konkreten räumlichen Bezügen und unter Einbeziehung der für eine Umsetzung von Ergebnissen relevanten Akteure arbeiten. Auch eine **problemorientierte** Ausrichtung der Leitprojekte könnte einer Orientierung von FuE auf Nachhaltigkeit hin förderlich sein.

Die **Programme der Forschungsförderung** sollten unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten mittelfristig stärker nach Bedürfnis- und Bedarfsweldern gegliedert werden. Unabhängig davon wäre überlegenswert, die bereits jetzt an nachhaltiger Entwicklung ausgerichteten Förderschwerpunkte zu stärken und zu einem eigenen Programm "Nachhaltige Entwicklung" zu bündeln.

Nachhaltige Entwicklung eröffnet neue langfristige Zeithorizonte für Forschung und Technologie und erfordert daher die Entwicklung und den Einsatz innovativer **zukunftsorientierter Verfahren** der FuT-Politik. Im Sinne einer "zeitnahen" Evaluation von Forschungsprogrammen zur flexibleren Anpassung der Forschung an neue wissenschaftliche Erkenntnisse oder veränderte gesellschaftliche Problemlagen gilt es, neue Formen der gesellschaftlichen Bewertung und Gestaltung von Technologien zu entwickeln bzw. vorhandene Ansätze zu stärken und auszubauen.

Die **Forschungslandschaft** in der Bundesrepublik ist strukturell bisher nur ungenügend auf die Ziele und methodischen Zugänge einer nachhaltigen Entwicklung ausgerichtet. Neugründungen von Forschungseinrichtungen sollten im Unterschied zur bisherigen Praxis so angelegt werden, daß sie flexibel gestaltbar und damit selbst "zukunfts offen" bleiben. Darüber hinaus erfordert nach-

haltige Entwicklung die reflektierte und methodisch kontrollierte Vermittlung und "Übersetzung" von Wissen und Problemwahrnehmungen zwischen den Bereichen Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft.

### **Forschungsziele und Inhalte, Förderstrategien und Instrumente im internationalen Vergleich**

Eine im Rahmen der Vorstudie unternommene Untersuchung der Frage, wie sich bisher der Gedanke der "nachhaltigen Entwicklung" international in der Forschungspolitik niederschlägt, ergibt, daß in allen betrachteten Ländern (USA, Japan, Niederlande, Schweden) der Begriff "sustainable development" keinesfalls immer mit einer tatsächlichen Veränderung der Politik einhergeht bzw. daß die Politik den Ansatz in seiner vollen Breite kaum ausschöpft. Als Effekt der intensiven Diskussion um "sustainable development" in der Folge der Rio-Konferenz kann in den untersuchten Ländern lediglich eine Intensivierung der schon zuvor verfolgten forschungs- und technologiepolitischen Linien beobachtet werden, so vor allem in den Bereichen Entwicklung "umweltschonender" Energieformen und Erhöhung der Energieeffizienz sowie bei der Entwicklung von additiven, sanierenden und integrierten Umwelttechniken.

In keinem der untersuchten Länder läßt sich eine Definition von Nachhaltigkeitszielen als Kriterium für die Förderung von FuE-Vorhaben in den offiziellen Dokumenten finden. Lediglich in den Niederlanden und Schweden werden quantitative Reduktionsziele mit einem verbindlichen Zeitrahmen festgelegt, die, zumindest in den Niederlanden, aus einer Konkretisierung des Leitbildes "sustainable development" abgeleitet sind.

Die **Ökosystemforschung** ist in allen Ländern ausgesprochen gut etabliert, alle Länder blicken auf eine mittlerweile 20jährige Geschichte der Entwicklung technischer Lösungen zur Vermeidung, Verminderung und/oder Sanierung von Umweltbelastungen als Kernbereich der FuT-Politik zurück. Intensiviert bzw. erstmalig aufgenommen wurden Anfang der 90er Jahre Entwicklungen zur integrierten Umwelttechnik.

Die Schließung von **Stoffkreisläufen** als Mittel zur Erhöhung der Ressourceneffizienz und damit als Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung gehört in allen betrachteten Ländern zur forschungs- und technologiepolitischen Agenda. In den Niederlanden und Schweden erscheinen die diesbezüglichen politischen Aussagen am verbindlichsten.

Deutlich werden Unterschiede zwischen den Ländern, wenn die Erforschung der sozialen, ökonomischen und politischen Bedingungen, die Umweltprobleme verursachen sowie deren Lösungen beeinflussen, und die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen für einen Übergang zu einer nachhaltigen Lebens- und Wirtschaftsweise betrachtet werden. Hier nehmen die Niederlande mit ihrem Ansatz der Bedürfnisfeldanalysen im Rahmen des Programms **Sustainable Technology Development (STD)** eine Sonderstellung ein. Dieses Programm kann im Zusammenhang mit dem nationalen Umweltpolitikplan (NEPP) als besonders innovativ im Hinblick auf die Weiterentwicklung der Forschungspolitik für eine nachhaltige Entwicklung gelten. Hier spiegeln sich insbesondere die Anforderungen wieder, die von der Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" für die nachhaltige Entwicklung der FuT-Politik aufgestellt wurden: Bedürfnisorientierung, Prozeßorientierung und Interdisziplinarität.

# I. Einleitung

## 1. Das Leitbild "Nachhaltige Entwicklung"

Eine dem Konzept der nachhaltigen Entwicklung verpflichtete Wirtschafts- und Lebensweise impliziert einen weitreichenden gesellschaftlichen Strukturwandel. Die ursprüngliche Bedeutung des Konzeptes (vgl. die Definition der Brundtland-Kommission 1987) benennt in erster Linie kein rein wissenschaftliches, sondern ein vorwiegend politisch-normatives Konzept. Insbesondere die Frage nach den Bedürfnissen der heutigen und der zukünftigen Generationen oder nach den Möglichkeiten wirtschaftlicher Entwicklung der Länder der "Dritten Welt" muß politisch entschieden werden, da sie ethische und gesellschaftlich-kulturelle Wertvorstellungen widerspiegeln.

Folgende allgemeine (umwelt-)politische Handlungsanweisungen werden gegenwärtig aus dem Nachhaltigkeits-Konzept abgeleitet (vgl. z.B. Enquete-Kommission 1994):

- möglichst sparsame Nutzung nicht erneuerbarer Ressourcen, und zwar in dem Umfang, in dem durch kompensatorische Investitionen die Reichweite der Reserven erhalten bleibt;
- erneuerbare Ressourcen dürfen nur im Umfang ihrer Regenerationsrate genutzt werden;
- der Umfang anthropogener Belastungen der Umwelt durch Emissionen etc. darf die Verarbeitungskapazitäten der verschiedenen Umweltsysteme nicht überschreiten und die Lebensbedingungen des Menschen und anderer Spezies nicht gefährden;
- das Zeitmaß menschlicher Eingriffe in die Umwelt muß dem Zeitmaß der für das Reaktionsvermögen der Umwelt relevanten natürlichen Prozesse entsprechen.

Der Begriff "Nachhaltigkeit" bzw. "nachhaltige Entwicklung" erfährt zur Zeit eine beachtliche politische Karriere. Angestoßen durch die Rio-Konferenz und die dort von den meisten Industriestaaten mitgetragene Agenda 21 ist die Orientierung am Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung zur verpflichtenden Aufgabe nicht nur der Umweltpolitik sondern auch anderer Politikfelder in einer Vielzahl von Ländern geworden und hat beispielsweise zur Formulierung "nationaler Umweltpläne", aber auch zu entsprechenden forschungspolitischen

Initiativen geführt (vgl. Kap. IV). Auf der allgemeinen Ebene der Zielformulierung kann von einem breiten politischen Konsens hinsichtlich der Sinnhaftigkeit der mit dem Begriff "Nachhaltigkeit" verbundenen Ziele ausgegangen werden. Hinsichtlich der Verbindlichkeit der Zielformulierung und der Operationalisierung des Leitbildes stellen sich aber erhebliche Probleme. Das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung steht in Konkurrenz zu anderen expliziten oder impliziten Leitbildern gesellschaftlicher Entwicklung (Wohlstandsmehrung, wirtschaftliches Wachstum) und wird, da seine Realisierung vermutlich mit erheblichen Veränderungen von Lebensstilen, Konsummustern und industriellen Produktionsweisen verbunden sein wird, im Hinblick auf seine "Sozial-" und "Wirtschaftsverträglichkeit" in Frage gestellt. Im Zuge dieser Diskussion wird in jüngerer Zeit auch versucht, nachhaltige Entwicklung nicht primär durch ökologische Zielvorgaben, an welche Wirtschafts- und Lebensweise anzupassen seien, zu bestimmen, sondern über eine gleichrangige Berücksichtigung ökologischer, sozialer und wirtschaftlicher Ziele ("Drei-Säulen-Modell"). Jenseits solcher nicht abgeschlossener Grundsatzdiskussionen, die hier nicht weiter erörtert werden können, besteht bezüglich des für das Leitbild (auch im "Drei-Säulen-Modell") zentralen Referenzpunktes - der "langfristigen Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen" - zudem die Schwierigkeit, daß die Definition von Belastungsgrenzen von Naturhaushalten - also die dem Leitbild unterliegende ökologische Problemwahrnehmung - nicht restlos (beispielsweise durch die Ökosystemforschung) wissenschaftlich aufklärbar, sondern Gegenstand politischer Diskussionen ist.

Legt man das ursprüngliche, primär ökologisch ausgerichtete Verständnis des Leitbildes zugrunde, kann die Festlegung und Umsetzung von Zielen für eine nachhaltige Entwicklung als gesellschaftlicher Lernprozeß betrachtet werden, in dem vorläufige ökologische Zielvorgaben an neues Wissen, geänderte gesellschaftliche und ökonomische Anforderungen und an nicht vorhergesehene Entwicklungen angepaßt werden. In diesem Prozeß, und erst recht dann, wenn neben ökologische (noch zu entwickelnde) ökonomische und soziale Zielvorgaben gestellt werden, kommt der Wissenschaft und der Forschung eine zentrale Rolle zu.

Idealtypisch läßt sich die Diskussion um die strategische Umsetzung des Leitbildes zwei z.T. konkurrierenden Konzepten zuordnen, denen je ein unterschiedliches Verständnis des Leitbildes zugrundeliegt (vgl. z.B. Kurz 1996). Gemäß der **Suffizienzstrategie** käme es vor allem darauf an, den eingeschlagenen Weg ungebremsten wirtschaftlichen Wachstums (und zunehmenden Konsums) zu verlassen, da eine Schonung des Naturhaushaltes und ein nachhaltiger

(d.h. auch im Hinblick auf die Länder der Dritten Welt gerechter) Umgang mit Ressourcen nur durch Verzicht auf weiteres wirtschaftliches Wachstum, ein Umschalten auf einen genügsamen Lebensstil oder ein anderes Wohlstandsmodell erreicht werden könne (vgl. z.B. Wuppertal Institut 1995). Die **Effizienzstrategie** setzt auf die im wesentlichen wissenschaftlich-technisch - also durch eine Modernisierung der Industriegesellschaft - zu bewerkstelligende Steigerung der Stoff- und Energieeffizienz sowie der Ressourcenproduktivität. Dies impliziert die Vorstellung, eine nachhaltige Entwicklung sei unter Beibehaltung (oder gar Steigerung) des vorhandenen wirtschaftlichen Produktionsniveaus und des bestehenden Wohlstandsniveaus und Wohlstandsverständnisses zu bewerkstelligen.

Als Präzisierung der Effizienzstrategie läßt sich eine sog. **Konsistenzstrategie** formulieren, die nicht allein auf Veränderung von Gesellschaft und Wirtschaft einerseits bzw. auf eine effizientere Industrialisierung andererseits setzt, sondern auf eine umweltverträgliche Beschaffenheit von Stoffströmen, d.h. auf geschlossene Stoffkreisläufe bzw. auf die Umstellung von Produktion und Produkten von umweltschädlichen auf umweltverträgliche Stoffe. Diese Strategie betont die Möglichkeit einer umweltverträglichen Form wirtschaftlicher Wachstumsprozesse, impliziert aber ebenfalls erhebliche Umstellungen der industriellen Produktionsweise (nachwachsende Rohstoffe, Ausstieg aus der Chlorchemie) (vgl. Huber 1995).

## 2. Die Bedeutung von Forschung und Entwicklung für eine nachhaltige Entwicklung

Der vorliegende Bericht verzichtet auf eine Erläuterung der inhärenten Probleme dieser Strategien und damit auch auf einen grundsätzlichen Beitrag zu der Diskussion um die Operationalisierung des Leitbildes "Nachhaltige Entwicklung". Als realistisch lassen sich bei einer politischen Umsetzung des Leitbildes ohnehin nur Mischstrategien vorstellen. Wichtig im Hinblick auf die hier interessierende Frage nach den Möglichkeiten der Umsetzung des Leitbildes in die Forschungs- und Technologiepolitik ist, daß sich nicht allein unter dem Gesichtspunkt der Effizienzstrategie - die auf neue Technologien setzt - erhebliche Aufgaben für Forschung und Entwicklung ergeben. Auch grundsätzliche Umstellungen in der stofflichen Basis der Produktion und ebenso eine Veränderung von Konsummustern und Lebensstilen oder von Organisationsweisen der Be-

friedigung eines gesellschaftlichen Bedarfes (etwa des Mobilitätsbedarfes durch öffentlichen Verkehr) erfordern erhebliche Innovationsanstrengungen, zu denen Natur-, Ingenieur- und Gesellschaftswissenschaften einen Beitrag leisten müßten. Dieser Beitrag liegt sowohl in der Bereitstellung von Grundlagenwissen beispielsweise zur Dynamik von Ökosystemen, als auch in der Entwicklung neuer (nachhaltiger) Handlungsoptionen - seien dies Technologien oder innovative Produktions- oder auch Nutzungskonzepte - und in der Generierung von Orientierungswissen über die sozialverträgliche Einführung neuer nachhaltiger Konzepte und Technologien.

Der mögliche Beitrag der FuT-Politik zur Orientierung von Produktion und Konsum am Leitbild der "Nachhaltigkeit" sowie zur Bereitstellung geeigneter Innovationen kann also auf der Ebene der Inhalte oder Forschungsfragen durch die folgenden drei Aufgabenfelder definiert werden:

- **Ökologisches Grundlagenwissen und Vorsorgeforschung:** Förderung von Forschung zu den Wechselwirkungen zwischen Produktions- und Lebensweisen und Umwelt; ökologische Wirkungen von Produktionsweisen und Produkten; Möglichkeiten der nachhaltigen Nutzung natürlicher Ressourcen.
- **Erforschung der gesellschaftlichen Rahmenbedingungen:** Förderung von Forschung zur Umweltverträglichkeit von Konsummustern und Lebensstilen, zum Zusammenhang von Umweltbewußtsein und Umweltverhalten, zu den Möglichkeiten und der Bereitschaft von Wirtschaftssubjekten, ihr Handeln am Leitbild "Nachhaltigkeit" zu orientieren; Entwicklung von Konzepten zur Förderung einer umweltbewußten Produktions-, Konsum-, und Lebensweise.
- **Sustainable Technology Development:** Förderung der Entwicklung umweltverträglicher und ressourcenschonender Technologien (integrierte Umwelttechnik), Umsetzung von Wissen über biologisch-chemisch-physische Prozesse (sowie von Wissen über gesellschaftliche Bedürfnisse und Randbedingungen) in "nachhaltige" sozio-technische Innovationen.

Die Orientierung der Forschungspolitik auf Nachhaltigkeit hin impliziert neben der inhaltlichen Neuausrichtung möglicherweise aber auch eine Neuorientierung bei den Instrumenten und Methoden der FuT-Politik.

- **Neue Konzepte der Forschungsförderung:** Es sind Wege und Konzepte einer "nachhaltigen" Forschungsförderung zu untersuchen bzw. zu entwickeln. Es kommt nicht allein auf eine Förderung von Invention und Innovation an, sondern auch auf eine Förderung der Diffusion entsprechender Technologien und Ideen. Die Instrumente der FuE-Förderung, etwa von der in-

stitutionellen Förderung über die Programm- und Projektförderung bis hin zum Technologietransfer, sind bezüglich ihres möglichen Beitrags zu einer "nachhaltigen" Forschungspolitik zu überprüfen. Zentrale Bedeutung kommt auch der ressortübergreifenden Organisation der FuE-Politik zu.

- **Gesellschaftliche Institutionen und Verfahren der Gestaltung einer "nachhaltigen" FuT-Politik:** Sowohl für die Umsetzung wie auch bezüglich der Definition von Inhalten und Zielen einer "nachhaltigen" Forschungspolitik ist ein hohes Maß an gesellschaftlichem Konsens erforderlich. Die Umorientierung auf "Nachhaltigkeit" in Wirtschaft und Gesellschaft wird Veränderungen von Produktionsweisen und Konsumgewohnheiten erfordern. Zudem ist für die Verbreiterung des Wissens über gesellschaftliche Bedürfnisse und für die Entwicklung neuer sozio-technischer Problemlösungen und Produkte die Kooperation gesellschaftlicher Gruppen erforderlich. Eine Umstellung der FuT-Politik auf Nachhaltigkeit hin könnte daher die Erprobung neuer Formen der Gestaltung eines öffentlichen Diskurses über Ziele, Inhalte und Folgen von Forschungs- und Technologiepolitik erforderlich machen - angelehnt etwa an Konzepte und Verfahren wie "Constructive TA", "Konsensus Konferenzen" und "Gestaltungsdiskurse".

Der vorliegende Bericht gibt die Ergebnisse der ersten als Monitoring angelegten Phase des Projektes "Forschungspolitik für eine nachhaltige Entwicklung" wieder. Auf der Basis zweier vom TAB in Auftrag gegebener Gutachten (ISOE 1996; ISI 1996) werden erste Überlegungen zu den Möglichkeiten einer Operationalisierung des Leitbildes "sustainable development" im Bereich der FuT-Politik (Kriterien, Methoden, Institutionen, Instrumente, Inhalte) angestellt. Diese Überlegungen rekurrieren auf einen Überblick über die in der deutschen Forschungspolitik in ausgewählten Feldern bisher entwickelten Vorstellungen zu einer Orientierung der Forschungspolitik am Prinzip der "Nachhaltigkeit". Ergänzend werden die Anstrengungen anderer europäischer Länder sowie der USA und Japans, das Leitbild "Nachhaltige Entwicklung" in der FuT-Politik zu verankern, gesichtet, und es wird nach möglichen Anregungen für eine "nachhaltige" Organisation der deutschen FuT-Politik gesucht.



## **II. FuT-Politik und nachhaltige Entwicklung**

### **1. Globalisierung und nachhaltige Entwicklung - Aktuelle Herausforderungen der FuT-Politik**

Staatliche Forschungs- und Technologiepolitik hat die Aufgabe, ergänzend zu Marktprozessen als gesellschaftlich notwendig erachtete Basisinnovationen zu fördern. Die Notwendigkeit staatlicher Unterstützung von Innovationsprozessen legitimiert sich dabei unmittelbar aus der staatlichen Aufgabe der Förderung der allgemeinen Wohlfahrt (Wissen und Innovationen zur Verbesserung der Lebensqualität) und mittelbar daraus, daß im internationalen wirtschaftlichen Wettbewerb die Stellung nationaler Volkswirtschaften wesentlich von ihrer Fähigkeit zu technologischen Innovationen bestimmt ist.

Unterhalb einer solchen generellen Beschreibung hat die Forschungs- und Technologiepolitik in Abhängigkeit von aktuellen Problemlagen bzw. gesellschaftlichen Problemwahrnehmungen in ihrer bisherigen Entwicklung hinsichtlich der Definition ihrer Zielsetzung und ihrer Aufgaben Wandlungen durchlaufen. In der Literatur wird die Entwicklung der FuT-Politik seit den achtziger Jahren als Rückkehr zu einer klassischen Modernisierungspolitik beschrieben, die primär der Beschleunigung des technischen Wandels und der Wettbewerbsfähigkeit dient (vgl. z.B. Meyer-Krahmer/Kuntze 1992). Die FuT-Politik reagiert damit auf den sich verschärfenden internationalen wirtschaftlichen und wissenschaftlich-technischen Wettbewerb.

Neben die Tendenz zur Internationalisierung von Märkten und der Produktion ist in den letzten Jahren die Globalisierung der Wissensproduktion getreten. Auf wichtigen Feldern von FuE existieren global zwei bis drei konkurrierende Kompetenzzentren, die miteinander in Wettstreit stehen. FuE betreibende Unternehmen richten ihre Aktivitäten entsprechend international aus (Meyer-Krahmer 1997). Neben die Konkurrenz um Märkte tritt damit eine Konkurrenz nationaler Volkswirtschaften um FuE-Investitionen und um Spitzenpositionen im internationalen FuE-Wettbewerb. Forschungs- und Technologiepolitik wird in dieser Situation verstanden als "integraler Bestandteil einer breit angelegten, innovationsfördernden Politik, die auf eine Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft und Wissenschaft und die Förderung günstiger Rahmenbedingungen und kooperativer Netzwerke des Innovationssystems abzielt" (BMBF 1996e, S. 7).

Die Integration des Leitbildes einer nachhaltigen Entwicklung in die FuT-Politik stellt dieser industrie- und wirtschaftspolitischen Aufgabe der FuT-Politik eine Aufgabedefinition zur Seite, die sich einer in erster Linie umweltpolitischen Problemwahrnehmung verdankt. Eine am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung orientierte FuT-Politik verfolgt Ziele, die nicht ohne weiteres mit der heutigen auf die Liberalisierung des Welthandels und die wachsende Internationalisierung von FuE reagierende Ausrichtung der FuT-Politik kompatibel sind. Im Zuge der Liberalisierung des Welthandels ist mit der Infragestellung existierender Umweltstandards in der Konkurrenz der Wirtschaftsstandorte zu rechnen ("race to the bottom"), was eine Ausrichtung von Forschung und Entwicklung auf "angepaßte Technologien" eher unwahrscheinlich erscheinen ließe (Petschow/Meyerhoff 1996).

Auf der anderen Seite sind die unter dem Stichwort "Globalisierung" zu fassenden wirtschafts- und forschungspolitischen Rahmenbedingungen nicht schlichtweg ungünstig für eine Ausrichtung der FuT-Politik am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung. So kann es durch die zunehmende internationale Konkurrenz um Rohstoffe zu einer verstärkten Ausrichtung von Innovationsprozessen auf erhöhte Ressourceneffizienz kommen. Die sogenannte Standortproblematik kann aus der Sicht nationaler Volkswirtschaften nicht nur als Kostenkrise, sondern vor allem als Innovationskrise wahrgenommen werden. Zieht man ins Kalkül, daß das Innovationspotential der nationalen Forschungslandschaften auch durch die politische Setzung von Umweltstandards stimuliert werden kann - die Spitzenposition der deutschen Volkswirtschaft im Bereich der Umwelttechnik ist hier ein schlagendes Beispiel (vgl. Coenen et al. 1996) - und daß zudem nach neueren Untersuchungen unter den Bedingungen der Globalisierung zunehmend an wirtschaftliche, rechtliche und soziale Rahmenbedingungen und Bedürfnisse regional angepaßte Innovationen erforderlich sein werden (vgl. z.B. Meyer-Krahmer 1996), kann eine Ausrichtung der FuT-Politik auf Nachhaltigkeit hin durchaus als wirtschaftliche Chance im internationalen Wettbewerb gesehen werden. Die jüngsten deutschen politischen Initiativen zu einer Neuorientierung der FuT-Politik auf Nachhaltigkeit hin betonen durchweg das Innovationspotential des Leitbildes und die zunehmende internationale politische Bedeutung von Ressourcen- und Umweltschutz - so z.B. auch der Ausschuß für Bildung, Wissenschaft, Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung in seiner Beschlußempfehlung zur "Forschungspolitik für eine zukunftsverträgliche Gestaltung der Industriegesellschaft" (Deutscher Bundestag 1997).

Neben der Internationalisierung von FuE-Aktivitäten und teilweise von dieser beeinflusst zeichnet sich das FuE-System in den 90er Jahren durch eine Entwicklung aus, die eine neuere Studie zur internationalen Entwicklung des FuE-Systems mit dem Begriff "Heterogenität" belegt: "... traditional categories such as 'basic' and 'applied' research cannot be used anymore; institutional locations of basic research such as universities take up other functions, while industrial research and new actors such as consultants and environment centers are contributors to new knowledge; disciplinary demarcations are becoming obsolete, and the frontier of the advancement of knowledge lies with new combinations; researchers and research products move about in much broader networks; new actors get involved in the research system." (Rip/van der Meulen 1996, S. 343 f.)

Diese hier kurz skizzierten Tendenzen, auf die sich die aktuelle Forschungspolitik einrichten muß, sind z.T. bereits - wie beispielsweise in der interdisziplinär angelegten Klimaforschung - durch Probleme und Fragestellungen einer nachhaltigen Entwicklung angestoßen, sie kommen aber zum großen Teil den Intentionen einer "nachhaltigen Forschungs- und Technologiepolitik" durchaus auch entgegen - so z.B. die zunehmende Auflösung der tradierten Unterscheidung zwischen Grundlagenforschung und angewandter Forschung und die Interdisziplinarität der Forschungsfelder. Die Fragen und Aufgaben, die sich Forschung und Entwicklung im Zusammenhang der Suche nach Wegen zu einer nachhaltigen gesellschaftlichen Entwicklung stellen, erfordern eine Ausrichtung der Grundlagenforschung (nicht nur zu Ökosystemen) auf gesellschaftlich definierte Problemlagen einerseits sowie eine Übersetzung von Erkenntnissen zum Verhalten von Ökosystemen in Ansätze zur Problemlösung andererseits. Daß die komplexen Zusammenhänge von gesellschaftlichen Produktions- und Lebensstilen, deren Auswirkungen auf den Naturverbrauch sowie die gesellschaftlichen Folgen und Möglichkeiten notwendiger Umstellungen von Konsum und Produktion die Grenzen disziplinärer Forschungsansätze überschreiten, liegt ebenso auf der Hand. Dies zeigt sich aktuell auch im Feld der Umweltforschung. Der bisherige Typ naturwissenschaftlich-technischer, häufig sektoraler und nachgeschalteter Umweltforschung wird problematisiert. Trotz unbestreitbarer Erfolge bei der Reduzierung von Umweltbelastungen setzt sich die Erkenntnis durch, daß für eine adäquate Bearbeitung ökologischer Probleme eine interdisziplinäre Forschung unter gleichberechtigter Einbeziehung der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften erforderlich ist. In den letzten Jahren ist Umweltforschung zumindest teilweise von einer reaktiven zu einer medienübergreifenden, ursachenbezogenen Erforschung komplexer gesellschaftlicher

Handlungsfelder übergegangen. Es wird versucht, Möglichkeiten für grundlegende strukturelle Innovationen und ökologische Entlastungen aufzuzeigen. Als ressortübergreifende Querschnittsaufgabe verstanden können Umweltforschung und -technik, insbesondere ihre weiterentwickelten konzeptionellen und methodischen Ansätze, Anknüpfungspunkte für eine an dem Leitbild der Nachhaltigkeit orientierte FuT-Politik bieten (ISOE 1996, S. 4 ff.).

## 2. Kriterien für eine an Nachhaltigkeit orientierte FuT-Politik

Für eine Operationalisierung des Leitbildes "sustainable development" ist zu berücksichtigen, daß nachhaltige Entwicklung kein auf ein klar definiertes Ziel gerichteter Prozeß ist, sondern neue wissenschaftliche Erkenntnisse, veränderte gesellschaftliche Bewertungen und Rahmenbedingungen immer wieder in einen offenen Prozeß der Formulierung von Nachhaltigkeitszielen, der verfügbaren Handlungsoptionen und der zu ergreifenden Maßnahmen einschließen muß. Das Leitbild "sustainable development" verweist sowohl auf der Seite der Problemwahrnehmung als auch auf der Seite der Zieldefinition sowie hinsichtlich der strategischen Umsetzung auf gesellschaftliche Prozesse, in denen unterschiedliche Interessen, (wertabhängige) Problemwahrnehmungen, Bedürfnislagen gesellschaftlicher Gruppen, Handlungspotentiale und auch Erfahrungen und Wissensgebiete aufeinandertreffen und genutzt werden müssen.

- An Forschung und Entwicklung stellt das Leitbild somit einen hohen Anspruch hinsichtlich der Ausrichtung von FuE an gesellschaftlich bestimmten **normativen** Vorgaben (Problemwahrnehmung und Zieldefinition), in die wissenschaftliches Wissen einzuspeisen wäre.
- In **kognitiver** Hinsicht ergeben sich aus dem Leitbild hohe Anforderungen hinsichtlich der Problembeschreibung und der Entwicklung von Handlungsoptionen. Es müssen komplexe Zusammenhänge von Ökologie, Ökonomie und Gesellschaft sowohl bezüglich der Untersuchung von Kausalzusammenhängen der Umweltdegradation als auch bezüglich der Bewertung (langfristiger) Folgen von Nachhaltigkeitsstrategien berücksichtigt werden.
- In **praktischer** Hinsicht ergeben sich erhebliche Anforderungen an die Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse und zu entwickelnder technischer und sozialer (organisatorischer) Innovationen in die Anwendung, d.h. ihrer

Verbindung mit den Handlungsmöglichkeiten (und -grenzen) der Akteure (seien dies Konsumenten oder Produzenten).

Wie die FuT-Politik diesen Ansprüchen gerecht werden kann, vor allem was dies hinsichtlich der zu fördernden Forschungsgebiete und Technologien sowie für die zu nutzenden forschungspolitischen Instrumente konkret bedeutet, läßt sich ex ante nicht im einzelnen definieren, sondern kann nur Ergebnis eben der zu organisierenden forschungspolitischen Abstimmungsprozesse für konkrete Problemfelder oder Bedürfnisfelder unter Beteiligung der betroffenen gesellschaftlichen Gruppen und der relevanten wissenschaftlichen Disziplinen sein. Bezüglich der Problematik des globalen Wandels hat der **Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung für globale Umweltfragen** eine Liste relevanter Forschungsfelder entwickelt (von der Klimaforschung, über die Bodenforschung bis hin zur ökonomischen Forschung) (WBGU 1996). Für die Zwecke einer generellen Ausrichtung der Forschungspolitik am Leitbild der Nachhaltigkeit wäre eine solche Liste aber weiter (für einzelne Problem-, Bedürfnis-, oder Technologiefelder) aufzuschlüsseln und zu konkretisieren.

Auf einer allgemeinen, die FuT-Politik insgesamt betreffenden Ebene läßt sich aus den oben angesprochenen normativen, kognitiven und praktischen Anforderungen des Leitbildes ein Satz von Kriterien entwickeln, an denen sich eine "nachhaltige FuT-Politik" ausrichten könnte. Die Liste der im folgenden wiedergegebenen Kriterien (vgl. ISOE 1996) versteht sich als Diskussionsvorschlag. Die genannten Kriterien sind nicht unmittelbar in Instrumente der Forschungs- und Technologieförderung übersetzbar, bieten aber eine allgemeine Orientierung 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 erste Bewertung, ob und wie weit sich die gegenwärtige FuT-Politik thematisch und methodisch-konzeptionell an nachhaltiger Entwicklung orientiert.

Die Kriterien sind konzeptionell (im Hinblick auf die Einlösung der oben genannten Ansprüche des Leitbildes "Nachhaltige Entwicklung") eng miteinander verknüpft und bedingen sich teilweise wechselseitig (etwa Akteursorientierung und Orientierung an Bedürfnisfeldern). Dies kann selbstverständlich nicht bedeuten, daß sämtliche Kriterien in allen Forschungsprogrammen (oder gar einzelnen Vorhaben), die an nachhaltiger Entwicklung orientiert sind, in gleicher Gewichtung berücksichtigt werden müßten oder könnten. Sie stellen je-

doch auch keine voneinander unabhängigen Prüfkriterien dar, von denen eine bestimmte Mindestzahl erfüllt sein muß, um eine Orientierung an Nachhaltigkeit zu gewährleisten.

### *Problemorientierte Interdisziplinarität*

Die Forderung nach Interdisziplinarität der Forschung im allgemeinen, der Umweltforschung im besonderen, wird bereits seit Jahren nahezu einhellig, aber nur mit begrenztem Erfolg erhoben. Ihre Umsetzung und Konkretisierung stößt offensichtlich auf teilweise erhebliche Schwierigkeiten und stagniert in weiten Bereichen. Eine an Nachhaltigkeit orientierte Forschungspolitik muß diese Hindernisse (z.B. disziplinäre Organisation von Forschungsinstituten, disziplinär organisierte Ausbildung) selbst zum Gegenstand machen und versuchen, ihre blockierende Wirkung zumindest abzuschwächen. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit natur-, ingenieur-, wirtschafts- und sozialwissenschaftlicher Disziplinen ist sowohl für die Konkretisierung des Leitbildes "Nachhaltige Entwicklung" als auch für die Entwicklung von Wegen der Umsetzung des Leitbildes in neue Technologien, neue Produkte und neue Konsum- und Produktionsweise von Bedeutung. Auch der WBGU (1996, S. 188 ff.) hat auf die Bedeutung der interdisziplinären Organisation der Forschung entlang des von ihm präferierten "Syndromansatzes" (typische, ökologisch problematische Muster der Interaktion zwischen Zivilisation und Umwelt) verwiesen. Bei Problemen und Fragestellungen einer nachhaltigen Entwicklung prägen sich vielfältige Ursachen (ökologischer, ökonomischer, sozialer und kultureller Art) zu komplexen Wirkungszusammenhängen aus, die nur in interdisziplinärer Art wissenschaftlich aufzuklären und erst recht zu beeinflussen sind. Wichtig ist dabei erstens, daß die interdisziplinäre Zusammenarbeit sich auf konkrete Problemlagen und -bereiche bezieht und nicht auf die Ebene einer begrifflichen, (meta-)theoretischen Integration und Vereinheitlichung beschränkt bleibt. Zweitens ist entscheidend, daß die Zusammenarbeit bereits bei der Wahrnehmung und Definition der jeweiligen Probleme beginnt und immer wieder darauf zurückbezogen wird. Schon bei der Definition von Forschungsfragen müssen die ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekte nachhaltiger Entwicklung integriert werden.

### *Verbindung von grundlagen- und theoriebezogener Forschung mit Anwendungs- und Gestaltungsorientierung*

Eine an nachhaltiger Entwicklung orientierte Forschung kann weder reine Grundlagenforschung noch bloße angewandte Forschung (im Sinne einer einfachen Anwendung vorliegenden Grundlagenwissens) sein. Grundlagenwissen über das Verhalten von Ökosystemen beispielsweise muß gekoppelt werden an konkrete Fragen nach der Belastbarkeit von Ökosystemen und bezogen werden auf Optionen zur Belastungsreduktion oder Vermeidung und entsprechende Möglichkeiten der Veränderung von Produktionsweisen, Produkten und Lebensstilen. Der jeweilige Problemkontext (nicht mehr die interne Entwicklung der Disziplinen) bringt einerseits neue theorie- und grundlagenbezogene Fragestellungen hervor, die über den theoretischen Rahmen der Einzeldisziplinen hinaus weisen; er stellt aber andererseits in neuartigen Praxisbezügen und -feldern auch die Fragen der Anwendung und Umsetzung jenseits gängiger Routinen neu.

### *Langfrist- und Folgenorientierung*

Mit der Orientierung an den Bedürfnissen zukünftiger Generationen und dem Postulat der dauerhaften Sicherung der natürlichen Grundlagen gesellschaftlicher Entwicklung betont das Leitbild **sustainable development** die Bedeutung langfristiger Zeithorizonte in Forschung und Forschungspolitik in besonderer Weise. Eine solche Perspektive geht über das bisherige Vorsorgeprinzip der Umweltpolitik im Sinne der präventiven Vermeidung oder Verminderung negativer Umweltfolgen bestimmter ökonomischer, technischer oder planerischer Maßnahmen hinaus. Die Erweiterung der Perspektive hat sowohl zur Konsequenz als auch zur Voraussetzung, daß die langfristige Abschätzung der möglichen Folgen gesellschaftlicher Entwicklungen, politischer Maßnahmen und insbesondere wissenschaftlicher-technischer Innovationen einen zentralen Stellenwert gewinnt. Damit rücken zum einen Ansätze zur langfristigen Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen und der langfristigen Erhaltung wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Entwicklungspotentiale gegenüber der kurzfristigen Optimierung bestehender Technologie- und Produktlinien in den Vordergrund, und zum anderen wird die Früherkennung sowohl von Innovationspotentialen als auch von Risikopotentialen bestimmter Forschungsfelder zu einer wichtigen Aufgabe. Die Integration von Ansätzen der Technikbeobachtung, -bewertung

und -folgenabschätzung in die Programme der Forschungsförderung gewinnt zusätzliche Bedeutung.

### *Verbindung von regionalen und globalen Analyseebenen*

Globale und regionale Handlungs- und Analyseebenen werden durch das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung miteinander in Beziehung gesetzt. Die Untersuchung der Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen diesen beiden Dimensionen müßte folglich zu einem zentralen Aspekt von Forschungen zu nachhaltiger Entwicklung werden, nicht zuletzt auch deswegen, weil dieses Leitbild eng mit dem Postulat der internationalen Gerechtigkeit verknüpft ist. Dadurch wird die thematische Konzentration auf eine der beiden Ebenen bei der Erforschung von konkreten Problembereichen keineswegs ausgeschlossen. Es müssen aber bei regionsbezogenen Analysen die möglichen (überregionalen bis globalen) ökonomischen und ökologischen Auswirkungen zumindest mitreflektiert werden. Die Untersuchung globaler gesellschaftlicher Trends und Umweltveränderungen muß umgekehrt die nationalstaatlichen, regionalen und sogar lokalen Auswirkungen ebenso mitbedenken wie mögliche Handlungs- und Umsetzungsstrategien auf diesen Ebenen. Für die FuT-Politik bedeutet dies erstens, über die Beteiligung an internationalen Forschungsprogrammen zu Fragen des Global Change hinaus bi- oder multilaterale Forschungskooperationen mit anderen Ländern, insbesondere aus der "Dritten Welt", aufzubauen, zweitens Projekte zur nachhaltigen Entwicklung zu initiieren, die sich an regionalen Fragestellungen, Problemen und Handlungsmöglichkeiten orientieren, und schließlich für eine Verbindung beider Analyseebenen Sorge zu tragen.

### *Orientierung an gesellschaftlichen Bedürfnisfeldern*

Forschung und Entwicklung für eine nachhaltige Entwicklung können sich nicht primär an (bestehenden) Technologien, Stoffen, Produkten oder Produktlinien und deren Optimierung orientieren, sondern müssen sich an der zukunftsfähigen, umweltschonenden, wirtschaftlichen und sozial gerechten Organisation und der Weiterentwicklung übergreifender gesellschaftlicher Bedürfnis- und Handlungsfelder (Ernährung; Wohnen und Bauen; Bekleidung/Textilien; Gesundheit; Arbeit; Bildung; Mobilität; Freizeit/Erholung) ausrichten. Dies ermöglicht und erfordert den Vergleich unterschiedlicher Handlungsstrategien und Lösungsansätze unter ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Aspek-

ten, etwa im Sinn eines nachhaltigen Stoffstrommanagements. Die entscheidenden Innovationen liegen dann nicht mehr in isolierten Verbesserungen der Umweltverträglichkeit oder der Wirtschaftlichkeit einzelner Produkte oder Technologien, sondern in der größeren "Nachhaltigkeit" der Befriedigung der gesellschaftlichen Bedürfnisse in den jeweiligen Bereichen. Die Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages "Schutz des Menschen und der Umwelt" spricht in diesem Zusammenhang von "systemübergreifenden, ganzheitlichen Problemanalysen und Problemlösungen". Dazu kann die technische Optimierung einzelner Produkte und Produktionsverfahren selbstverständlich einen wesentlichen Beitrag leisten; unter Umständen kann es aber nicht nur umweltverträglicher, sondern auch wirtschaftlicher sein, den entsprechenden Nutzen bspw. durch Dienstleistungen, durch soziale Innovationen oder strukturelle Veränderungen der Rahmenbedingungen zu erzielen (z.B. das Prinzip des Least Cost Planning in der Energiewirtschaft).

### *Akteursorientierung*

Forschungs- und Technologiepolitik für eine nachhaltige Entwicklung impliziert sowohl die Analyse und Berücksichtigung der jeweiligen Handlungsmöglichkeiten und -schränken unterschiedlicher gesellschaftlicher Akteure und Akteursgruppen als auch die Einbeziehung ihrer Problemwahrnehmungen, ihres Wissens und ihrer Erfahrungen. Dies bedeutet, daß nicht allein institutionelle und professionelle Akteure (etwa Verbände, Unternehmen, Wissenschaftler/innen oder Planer/innen) einzubeziehen sind, sondern auch "Alltagsakteure" oder schwach organisierte soziale Gruppen (z.B. Verbraucher/innen, lokale Bürgerinitiativen etc.). Dies gilt insbesondere auch für Untersuchungen zu Möglichkeiten einer nachhaltigen Entwicklung in bestimmten Räumen, etwa für regionale Ansätze. Eine an Nachhaltigkeit orientierte Forschungs- und Technologiepolitik muß sich um die Schließung der Lücke zwischen (ökologischem) Grundlagenwissen und den gesellschaftlichen Handlungs- und Umsetzungsmöglichkeiten bemühen. Sie muß zudem für einen reibungslosen Transfer von Innovationen in die Anwendung sorgen und dabei Wissen und die Nutzungsmöglichkeiten von Herstellern, Vermarktern, Endverbrauchern und Entsorgern berücksichtigen. Die Forschungs- und Technologiepolitik muß vor diesem Hintergrund geeignete Formen, Methoden und Institutionen entwickeln, um eine problemorientierte Kommunikation und Kooperation dieser unterschiedlichen Akteure zu ermöglichen. Dies kann sowohl begleitend zu Forschungsprogrammen geschehen als auch Bestandteil der Bearbeitung einzelner For-

schungsvorhaben sein. Von besonderer Wichtigkeit ist, daß geeignete Formen des Transfers und der "Übersetzung" von Wissen geschaffen werden, da hier nicht nur unterschiedliche Wahrnehmungen und Erfahrungen, sondern auch unterschiedliche Wissensformen aufeinandertreffen: naturwissenschaftliches vs. sozialwissenschaftliches Wissen, (wissenschaftliches) Grundlagenwissen vs. (technisches, planerisches oder administratives) Anwendungswissen, generalisiertes wissenschaftliches Wissen vs. kontextbezogenes, "alltägliches" Erfahrungswissen etc.

**Insgesamt** verweist das **Kriterienset** auf eine starke Einbindung von Wissenschaft und Technikentwicklung in den soziopolitischen Prozeß der Diskussion um Ziele und Umsetzungsperspektiven einer nachhaltigen Entwicklung. Die Rolle, die der Wissenschaft (und damit auch der FuT-Politik) zugeschrieben wird, entspricht einer wissenschaftssoziologisch vielfach festgestellten Entwicklung. Angesichts komplexer werdender sozialer Strukturen und zunehmender Komplexität der Folgewirkungen von Wissenschaft und Technik und damit auch schwer überschaubaren politischen Entscheidungssituationen richten sich Forschung und Entwicklung mehr und mehr auf gesellschaftlich definierte Problemlagen aus. Wissenschaft übernimmt im Zuge dieser Entwicklung gleichzeitig auch eine zentrale Rolle in der Definition von Problemlagen und der Entwicklung und Auswahl adäquater Problemlösungen - mit allen damit zusammenhängenden Problemen der "Politisierung der Wissenschaft" bzw. der "Verwissenschaftlichung der Politik" (vgl. z.B. Bechmann et al. 1996). Eine auf Nachhaltigkeit hin orientierte FuT-Politik muß die Schwierigkeiten einer "entscheidungsorientierten" Wissenschaft (WBGU 1996, S. 155) wie den Umgang mit unsicherem, da auf die Bewältigung zukünftiger Aufgaben ausgerichtetem Wissen, mit Expertenstreit und Expertenkritik in Rechnung stellen. Sie wird aber auch den Beitrag von Wissenschaft und Technikentwicklung im Prozeß der (politischen) Operationalisierung des Leitbildes "Nachhaltige Entwicklung" unterstützen und die Auseinandersetzung zwischen Wissenschaft und Gesellschaft (mit-)organisieren müssen. Die gesamte politische Prozeßkette der Definition von Problemlagen, der Entwicklung von Indikatoren für eine nachhaltige Entwicklung, der Festlegung von Nachhaltigkeitszielen und der Entscheidung über geeignete Maßnahmen erfordert eine ständige Rückkopplung mit dem Stand von Wissenschaft und Technik - von Ergebnissen der Grundlagenforschung zu anthropogenen Veränderungen von Ökosystemen bis hin zur Begleitforschung zur Implementation nachhaltiger Technologien oder sozialer Innovationen.

Eine Verbindung von gesellschaftlichem Selbstverständigungsprozeß und politischem Entscheidungsprozeß mit wissenschaftlichen Erkenntnis- und soziotechnischen Innovationsprozessen ist vielleicht die zentrale Herausforderung des Leitbildes nachhaltiger Entwicklung für die FuT-Politik. Auch die Bundesregierung kommt in ihrem Bericht zur VN-Sondergeneralversammlung über Umwelt und Entwicklung 1997 in New York zu der Einschätzung, daß im Hinblick auf die notwendige Erweiterung der Erkenntnisse über den Zustand und die Belastbarkeit der Umwelt und die Entwicklung von Handlungsoptionen "... Forschung und Entwicklung enger als bisher in die politischen und gesellschaftlichen Entscheidungsprozesse für eine nachhaltige Entwicklung einzubeziehen sind" (Bundesregierung 1997, S. 123).

Die o.g. Kriterien bieten zumindest Orientierungspunkte für die Organisation dieser Zusammenarbeit. Zudem impliziert "nachhaltige FuT-Politik" aber auch eine Erweiterung der ressortübergreifenden Organisation von FuT-Politik bzw. ihre stärkere Abstimmung mit der Wirtschafts-, Sozial - und Umweltpolitik generell sowie eine spezifische, an Bedürfnisfeldern orientierte Abstimmung zwischen einzelnen Ressorts (z.B. bezüglich verkehrspolitischer Weichenstellungen und dem Zuschnitt eines entsprechenden Forschungsprogrammes zu "Mobilität und Nachhaltigkeit"). Die Formulierung einer nachhaltigen FuT-Politik wäre beispielsweise auch mit den vom Umweltministerium eingerichteten Arbeitsgruppen zur Entwicklung von Nachhaltigkeitsindikatoren zu koordinieren.

TAB

### **III. Bestandsaufnahme und Bewertung der aktuellen FuT-Politik**

#### **1. Die FuT-Politik des BMBF und das Leitbild "Nachhaltige Entwicklung"**

Das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) verfügt über knapp zwei Drittel der FuE-Ausgaben des Bundes und gibt auch konzeptionell die wichtigsten Impulse für die staatliche FuT-Politik. In erster Linie betreibt das BMBF thematisch flexible Forschungsförderung, während die übrigen Ministerien im wesentlichen Ressortforschung finanzieren, die eng an die jeweiligen Ressortaufgaben gebunden ist.

Als wichtigste übergreifende Zielorientierung der Forschungs- und Technologiepolitik des BMBF ist - wie bereits erwähnt - die Förderung von wissenschaftlich-technischen Innovationen zur Sicherung der wirtschaftlichen und technologischen Wettbewerbsfähigkeit anzusehen. Die wachsende Bedeutung von technologischer Innovationen für die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie führt in der aktuellen FuT-Politik zu einer starken Betonung der Kooperation von Wissenschaft und Industrie, zur Unterstützung der Umsetzung von wissenschaftlichem Wissen in marktreife Produkte und generell zu Bemühungen um eine Beschleunigung von Innovationsprozessen durch eine verbesserte Ausschöpfung des Innovationspotentials der FuT-Landschaft durch mehr Wettbewerb, kooperative Nutzung von Know-how, Förderung des Wissens und Technologietransfers, Interdisziplinarität (vgl. BMBF 1996c u. 1996e). Diese Akzentsetzungen sind an eine Orientierung der FuT-Politik auf das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung durchaus angeschlossen. Hervorgehoben werden können unter dem Gesichtspunkt der Anschlußfähigkeit des Leitbildes "Nachhaltige Entwicklung" an aktuelle Tendenzen der FuT-Politik des BMBF folgende Aspekte:

- Die Orientierung an gesellschaftlichen Problemlagen und -bereichen (vor allem Umwelt, Gesundheit, Verkehr) spielt bereits heute eine wichtige Rolle für die Prioritätensetzung der Forschungspolitik.
- Die Akzentverschiebung der FuT-Politik von der reinen Grundlagenforschung hin zur "anwendungsorientierten Grundlagenforschung" und zur "produktorientierten Anwendungsforschung" kommt den Anforderungen ei-

ner an Nachhaltigkeit orientierten FuT-Politik (s. die o.g. Kriterien) durchaus entgegen.

- Die als neues Instrument der Förderpolitik eingeführten Leitprojekte mit ihrer Betonung von Interdisziplinarität und Anwendungsorientierung sind von ihrer Ausrichtung her geeignet, Aspekte wie Akteursorientierung, problemorientierte Interdisziplinarität, Orientierung an Bedürfnisfeldern zu integrieren: "Leitprojekte sollen anspruchsvolle Aufgabenstellungen mit einer konkreten Anwendungsperspektive bündeln und verschiedene Disziplinen und Anwendungen zusammenführen. Sie sollen von kooperationswilligen Partnern 'bottom up' vorgeschlagen und erarbeitet werden" (BMBF 1996e, S. 29).
- Nachhaltige Entwicklung fungiert bereits jetzt als Leitbild in den Bereichen Umwelt- und Energieforschung und ihren jeweils angrenzenden Feldern. Damit ist das Konzept der nachhaltigen Entwicklung bisher allerdings auf einen umweltpolitischen und ökologischen oder allenfalls ressourcenökonomischen Ansatz beschränkt.

Im folgenden werden exemplarisch drei Förderbereiche des BMBF genauer analysiert, die für eine Orientierung an nachhaltiger Entwicklung jeweils unter unterschiedlichen Aspekten relevant sind (vgl. ISOE 1996, S. 16 ff.):

- Auch wenn die Operationalisierung des Leitbildes keineswegs allein von der Umweltforschung zu leisten ist, ist dennoch die zentrale Bedeutung des Förderbereichs **Umwelt- und Klimaforschung** für die Konkretisierung und Umsetzung des Konzeptes einer nachhaltigen Entwicklung unbestritten.
- Die **Verkehrs- und Mobilitätsforschung** bezieht sich auf ein wichtiges gesellschaftliches Bedürfnisfeld und einen zentralen Infrastrukturbereich, der einerseits für wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung von entscheidender Bedeutung ist, der andererseits aber gravierende Umwelt- und Gesundheitsbelastungen hervorbringt.
- Die **Materialforschung** wird einerseits als Schlüsselbereich für die Sicherung wirtschaftlicher und technologischer Wettbewerbsfähigkeit gesehen, andererseits werden von ihr aber auch wichtige Beiträge zur Verringerung von Umweltbelastungen erwartet.



## 2. **Förderschwerpunkt Umweltforschung und -technik**

Innerhalb der **Umweltforschung** findet sich die stärkste inhaltliche wie methodisch-konzeptionelle Orientierung am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung. Umweltforschung wird auf Bundesebene von verschiedenen Ressorts gefördert. Von den Gesamtmitteln des Bundes in diesem Bereich in Höhe von 1,09 Mrd. DM (1996) verfügt das BMBF mit 797 Mio. DM über den mit Abstand größten Anteil. Während das BMBF für die Forschungsförderung zuständig ist, finanzieren die übrigen Ressorts (BMU, BML, BMBau, BMZ) im wesentlichen Ressortforschung über eigene Einrichtungen in ihrem jeweiligen Geschäftsbereich. Das Umweltbundesamt (UBA) im Zuständigkeitsbereich des BMU kann jedoch mit einem eigenen, allerdings relativ kleinen Etat von jährlich ca. 50 Mio. DM auch Forschungen von anderen wissenschaftlichen Einrichtungen fördern und dabei eigene thematische und konzeptionelle Akzente setzen. Dabei soll die vom UBA geförderte Forschung künftig stärker am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung ausgerichtet werden.

Seitens des BMBF wird dem Bereich der Umweltforschung und -technik wie erwähnt die größte Bedeutung für die Konkretisierung und Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung zugemessen. Deutlich wird dies sowohl an einzelnen Rahmenkonzepten und Förderkonzeptionen als auch an dem Entwurf für ein neues Umweltforschungsprogramm der Bundesregierung (BMBF 1997).

### **Das geplante Umweltforschungsprogramm der Bundesregierung**

Mit dem Entwurf des Programmes "Forschung für die Umwelt" (BMBF 1997), das das "Programm Umweltforschung und Umwelttechnik 1989 bis 1994" ablösen soll, legt die Bundesregierung zum ersten Mal ein ressortübergreifendes Umweltforschungsprogramm vor. Das Programm orientiert sich ausdrücklich am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung - in früheren Entwürfen trug das Programm noch den Titel "Beiträge für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung" Es soll einen Beitrag zur "Fortsetzung der Umweltvorsorgepolitik" und zur "Entkoppelung des Ressourcenverbrauchs und der Umweltbelastung von der wirtschaftlichen Entwicklung" durch die "Förderung innovativer Technologien" und die "Entwicklung geeigneter Rahmenbedingungen" leisten (BMBF 1997, S. 5 f.).

Das Programm konzentriert sich inhaltlich auf drei Themenfelder (Teilprogramme):

- **"Die Umwelt regional und global gestalten"**: Nicht der Naturschutz, sondern die "Entwicklung von Konzepten zur nachhaltigen Nutzung und Gestaltung" von Lebensräumen des Menschen steht hier im Vordergrund. Diese gestaltende Funktion des Programmteiles soll unterstützt werden durch die Erforschung der Funktionen, Struktur und Dynamik von Umweltsystemen auf regionaler und globaler Ebene sowie durch die Abschätzung von Risiken menschlicher Eingriffe in die Umwelt.
- **"Nachhaltiges Wirtschaften"**: Gefördert werden sollen "technische und soziale Innovationen" - und zwar auf der **Angebotsseite** in den Bereichen "Produkt- und produktionsintegrierter Umweltschutz" und "Nachsorgende Technologien", auf der **Nachfrageseite** ausgehend von Bedarfsfeldern (Ernährung, Wohnen etc.) durch die Untersuchung von Konsummustern und Lebensstilen und schließlich ansetzend an den **Regionen** durch die Untersuchung der Möglichkeiten der Förderung regionaler Wettbewerbsfähigkeit bei gleichzeitig hochwertiger regionaler Umweltqualität.
- **"Umweltbildung"**: Durch die Förderung von Forschung zur Umweltbildung (schulische, universitäre und berufliche) soll dafür Sorge getragen werden, daß die Handlungsmöglichkeiten, die sich durch neues Wissen ergeben, von den gesellschaftlichen Akteuren auch aufgegriffen werden.

Neben dieser inhaltlichen Ausrichtung soll das Programm die Funktion erfüllen, andere für den künftigen Umgang mit der Natur zentrale Förderprogramme (4. Programm Energieforschung und Energietechnologie, Biotechnologie 2000, Matech u.a.) "... unter der Zielsetzung einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung" zu vernetzen. Diese programmübergreifende Aufgabe des Umweltforschungsprogrammes kann von der Intention her als erster Schritt in die Richtung einer Technologie- und Forschungsfelder übergreifenden Orientierung der FuT-Politik am Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung gewertet werden, dessen Tragweite abzuwarten bleibt. In Hinblick auf die für eine nachhaltige Entwicklung entscheidende politikfeldübergreifende Koordination von politischer Entscheidungen ist auch die ressortübergreifende Anlage des Programmes hervorzuheben - es umfaßt nicht allein die Förderaktivitäten des BMBF (ca. 800 Mio. DM), sondern auch die Umweltforschungsaktivitäten des BMU, des BML, des BMBau, des BMZ und anderer Ressorts (zusammen ca. 200 Mio. DM), mit denen der Programmentwurf abgestimmt wurde.

Als weitere wichtige programmatische Eckpunkte sind die gestaltungsorientierte Ausrichtung des Programmes sowie die inhaltliche Ausgestaltung der einzelnen Förderschwerpunkte gemeinsam mit Wissenschaft und potentiellen Nutzern hervorzuheben. Insbesondere im Themenfeld "Die Umwelt regional und global gestalten" geht das Programm über die Förderung einzelner Forschungsfelder und Technologielinien hinaus und zielt auf nachhaltige Gestaltung von Lebensräumen ab, die Priorität vor der Ursachen- und Wirkungsforschung haben soll. Im Zusammenwirken mit den "Nutzern" geht es dem Programm um die "modellhafte Erarbeitung raumbezogener Nutzungs- und Gestaltungskonzepte sowohl für ländliche Gebiete als auch für Ballungsräume" sowie um die wissenschaftliche Begleitung ihrer Umsetzung in die Praxis. Die Waldschadensforschung (und auch die Tropenwaldforschung) soll so beispielsweise stärker auf die Entwicklung von Waldnutzungs- und Gestaltungskonzepten hin orientiert werden, wobei hier ökologische **und** ökonomische Fragestellungen zu bearbeiten seien (BMBF 1997, S. 21 ff.). Dies impliziert auch die "Erarbeitung von Umweltzielen" für die jeweiligen Räume (BMBF 1997, S. 18).

Es scheint somit ein Ansatz verfolgt zu werden, der Forschung mit konkreten gestaltenden Aufgaben verbindet, Ziele von Forschung und Entwicklung in Kooperation mit den Nutzern vor Ort entwickelt und einen wissenschaftlichen Beitrag auch zur politischen Formulierung von Umweltzielen sowie zur Bewertung der praktischen Umsetzung intendiert. Hierbei, wie im Programm insgesamt, wird "Interdisziplinarität" als entscheidendes Förderkriterium sowie die Bedeutung der Integration von sozialwissenschaftlichen und naturwissenschaftlich-technischen Fragestellungen (insbesondere im Themenfeld "Nachhaltiges Wirtschaften") hervorgehoben.

Von der Anlage des Programmes her sind also wesentliche der o.g. Kriterien für eine "nachhaltige" FuT-Politik berücksichtigt (Gestaltungsorientierung, problemorientierte Interdisziplinarität, Ansetzen bei Bedürfnisfeldern, Akteursorientierung). Es bleibt abzuwarten, wie diese Aspekte in der Praxis der Förderung, bei der Auswahl und Durchführung von Projekten, realisiert werden können.

### **An nachhaltiger Entwicklung ausgerichtete Förderkonzepte des BMBF**

Zu welchen konzeptionellen Neuorientierungen das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung im Bereich der Umweltforschung und -technik des BMBF bisher geführt hat, läßt sich detaillierter an denjenigen neueren Förderkonzepten un-

tersuchen, in die dieses Leitbild bereits Eingang gefunden hat oder die ausdrücklich auf dessen Umsetzung ausgerichtet sind (ISOE 1996, S. 23):

- die Forschungskonzeption "Ökologische Forschung in der Stromlandschaft Elbe (Elbe-Ökologie)",
- das Rahmenkonzept "Ökologische Konzeptionen für Agrarlandschaften" im Bereich der Umwelttechnik,
- das Förderkonzept "Produktions- und produktintegrierter Umweltschutz" (PIUS),
- das Konzept "Wirtschaften in Kreisläufen" als Teil des Rahmenkonzepts "Produktion 2000",
- der in Vorbereitung befindliche Förderschwerpunkt "Konzepte für nachhaltiges Wirtschaften".

#### *Ökologische Forschung in der Stromlandschaft Elbe*

Die Forschungskonzeption "Ökologische Forschung in der Stromlandschaft Elbe (Elbe-Ökologie)" schließt an die bis 1995 geförderte "Modellhafte Erarbeitung ökologisch begründeter Sanierungskonzepte für kleine Fließgewässer" an (vgl. BMFT 1990, S. 52), legt den Schwerpunkt aber auf die Erforschung ökologischer Wechselwirkungen in einer großräumigen Stromlandschaft. Dabei soll die Perspektive von der Sanierung und Renaturierung (der Gewässer) zur nachhaltigen Entwicklung (der flußgeprägten Landschaft insgesamt) ausgeweitet werden. Ziel ist es, interdisziplinäre Forschung für eine nachhaltige Entwicklung der Elbelandschaft zu fördern. Hierfür sind Fördermittel von über 30 Mio. DM für einen Zeitraum von fünf Jahren vorgesehen. Identifiziert werden vier übergreifende, miteinander verknüpfte Forschungsziele (BMBF 1995b, S. 10):

- Entwicklung ökologischer Leitbilder als Zielvorgaben für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung
- Ermittlung der Tragekapazität von Kultur-/Naturlandschaften
- Bereitstellung von Modellen zur Prognose von Eingriffsfolgen
- Erarbeitung von Maßnahmenvorschlägen zur Verbesserung bzw. Stabilisierung der ökologischen und sozio-ökonomischen Bedingungen

Die angestrebte Orientierung an einer nachhaltigen Entwicklung der Stromlandschaft Elbe scheint bisher nur begrenzt zu neuen Zugängen in der Forschung geführt zu haben:

- **Erstens** werden die Leitbilder für eine nachhaltige Entwicklung fast ausschließlich im Bereich der Ökologie formuliert; angestrebt wird dabei die "Annäherung an den naturnahen Zustand" (BMBF 1995b, S. 11). Soziale und ökonomische Leitbilder oder Nachhaltigkeits-Ziele bleiben demgegenüber nachrangig. Zudem soll die Formulierung der Leitbilder offenbar im wesentlichen von der Wissenschaft geleistet werden. Zwar sollen die Leitbilder mit den Behörden abgestimmt werden, sie sind aber nicht Gegenstand eines breit angelegten gesellschaftlichen Diskussionsprozesses (vgl. BMBF 1995b, S. 10 f.).
- Dem entspricht **zweitens** eine eher randständige Einbeziehung sozialer Akteure in die Erarbeitung von nachhaltigen Entwicklungskonzepten. Lediglich innerhalb des dritten Teilkonzepts ("Landnutzung im Einzugsgebiet") wird in dem Aufgabenfeld "Forschung in Modellprojekten" ausdrücklich gefordert, die "direkt oder indirekt Beteiligten vor Ort (z.B. Landwirte, Verbände, Behörden etc.) von Anfang an in die Projekte einzubeziehen" (BMBF 1995b, S. 60).
- **Drittens** sind sozial- und wirtschaftswissenschaftliche Fragestellungen nur schwach in die Teilkonzepte integriert; am weitesten geht auch hier das Teilkonzept "Landnutzung im Einzugsgebiet". Dort werden bspw. wirtschaftliche und politische Rahmenbedingungen als Umsetzungshindernisse für eine gewässerschonende Landbewirtschaftung thematisiert (vgl. BMBF 1995b, S. 57 f.).

### *Ökologische Konzeptionen für Agrarlandschaften*

Ziel des Konzeptes ist es, "umsetzungsorientierte Konzepte für die Einführung einer nachhaltigen Landbewirtschaftung auf regionaler Ebene zu entwickeln" (BMBF 1996a, S. 3). Dabei sollen auch "praxisnahe Entscheidungshilfen für die relevanten Entscheidungsträger" erarbeitet werden (BMBF 1996a, S. 17). In den kommenden fünf Jahren sollen in dem Förderschwerpunkt etwa 30 Mio. DM für die Projektförderung zur Verfügung gestellt werden. Im Vergleich zur Elbe-Ökologie wird eine wesentlich weitergehende Orientierung am Ziel der Nachhaltigkeit gerade in methodisch-konzeptioneller Hinsicht skizziert.

So wird zunächst davon ausgegangen, daß Zielsetzungen für die nachhaltige Entwicklung von Agrarlandschaften nicht übergreifend und allgemeingültig (natur-) wissenschaftlich abgeleitet werden können. Vielmehr sei "die Entwicklung von konkreten Zielen für die Gestaltung von Agrarlandschaften letztlich ein gesellschaftlicher Bewertungs- und Entscheidungsprozeß" (BMBF

1996a, S. 8). Eine Konkretisierung von Zielen erfordere daher einen "Dialog von Wissenschaft (Darstellung der Risiken) und Gesellschaft (Bewertung der Risiken)". Inzwischen gebe es eine Reihe von Versuchen, eine nachhaltige Landbewirtschaftung zu operationalisieren, etwa über den maximal duldbaren Bodenabtrag oder notwendige Verminderungen der Nähr- und Schadstoffeinträge. Dabei müsse aber berücksichtigt werden, daß "die Zielsetzungen für die Agrarlandschaftsgestaltung von der vorhandenen Nutzung, den Standorteigenschaften und den vielfältigen Nutzungsansprüchen abhängig sind" (BMBF 1996a, S. 9). Die Festlegung von Zielen soll daher selbst Gegenstand einer regional orientierten Agrarlandschaftsforschung sein. Dies gelte um so mehr, als hierbei eine Vielzahl von konkurrierenden Nutzungsansprüchen und entsprechenden Nutzergruppen (Land- und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft, Fremdenverkehr, regionale Bevölkerung, Naturschutz, Verbraucher, Industrie) miteinzubeziehen sind. Als wichtige Frage wird dabei auch gesehen, wie sich eine gesellschaftliche Diskussion über die Zukunft der Landbewirtschaftung initiieren läßt, wobei insbesondere die Verantwortlichkeit der Verbraucher für die Agrarlandschaft gestärkt werden soll.

Als vorrangige Forschungsaufgaben einer regional ausgerichteten Agrarlandschaftsforschung werden in dem Rahmenkonzept die beiden folgenden Arbeitsschwerpunkte vorgeschlagen:

- Wege zu einer multifunktionalen, umweltschonenden Agrarlandschaftsgestaltung
- Perspektiven für die Agrarlandschaften im Rahmen einer dauerhaft-umweltgerechten Entwicklung der Industriegesellschaften

Gefördert werden interdisziplinäre Verbundvorhaben, in die sowohl die Nutzer der Agrarlandschaften als auch die Entscheidungsträger miteinbezogen werden. Das Rahmenkonzept "Ökologische Konzeptionen für Agrarlandschaften" bietet eine weitreichende Orientierung am Leitbild der nachhaltigen Landnutzung nicht nur als allgemeiner inhaltlicher Zielvorstellung, sondern auch in den vorgeschlagenen Zugängen der Forschung. Hervorzuheben sind besonders die Verknüpfung von grundlagen- und anwendungsorientiertem Wissen sowie der Anspruch, die gesellschaftlichen Akteure umfassend einzubeziehen. Gerade angesichts der vielfältigen Nutzungsansprüche an die (Agrar-)Landschaft wären aber über die im angestrebte Einbeziehung regionaler politischer Entscheidungsinstanzen und der Landwirte hinaus auch Wasserwirtschaft, Tourismusbranche, Verbraucher etc. zu berücksichtigen.

### *Produktions- und produktintegrierter Umweltschutz (PIUS)*

Das 1994 veröffentlichte Förderkonzept "Produktionsintegrierter Umweltschutz. Vermeidung von Umweltbelastungen aus der industriellen Produktion" strebt integrierte Lösungen an, die "unerwünschte Emissionen gar nicht erst entstehen lassen bzw. weitgehend vermeiden" (BMFT 1994a, S. 12). Dies wird als entscheidender Beitrag zur Konkretisierung einer nachhaltigen Entwicklung gesehen, da "Umweltschutz integraler Bestandteil des Entwicklungsprozesses ist und nicht von diesem getrennt betrachtet wird" (BMBF 1994a, S. 3). Der Ansatz des produktionsintegrierten Umweltschutzes, der zur Entwicklung "sauberer Technologien" führen soll, bringe "nicht nur ökologische, sondern, bei Einsatz echter technischer Innovationen, auch ökonomische Vorteile mit sich" und stelle auch aus diesem Grund einen wichtigen Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung dar (BMBF 1994a, S. 13; vgl. auch Coenen et al. 1996).

Zusätzlich zu diesen Frage- und Problemstellungen mit direktem Bezug zum produktionsintegrierten Umweltschutz sieht PIUS Forschung zu übergreifenden Fragestellungen vor, wie zu Methoden und Instrumenten der Analyse, Prognose und Lösung produktions- und produktbezogener Umweltprobleme. Diese umfassen z.B. die Entwicklung von Instrumenten und Methoden zur Erforschung, Kontrolle und Lenkung von Stoffströmen, von Methoden einer produktbezogenen Umweltverträglichkeitsprüfung oder Untersuchungen zur umweltorientierten gesellschaftlichen Bewertung der Anwendungsfelder umweltschädlicher Stoffe und Endprodukte sowohl aus Sicht der Hersteller als auch der Verbraucher. Vorrangig soll die Optimierung solcher Produktionsprozesse gefördert werden, die schwer bzw. nicht abbaubare Schadstoffe oder Stoffgemische emittieren.

Insgesamt richtet sich das Förderkonzept PIUS im wesentlichen auf die ressourcensparende und umweltschonende Optimierung von Produkten und ihrer Herstellung; die Orientierung der Forschungsförderung an additiven Umwelttechnologien soll abgelöst werden von der Perspektive integrierter Umweltschutzmaßnahmen (vgl. Coenen et al. 1996). Somit greift PIUS mit der Ressourcenschonung sowie der Vermeidung von Problemverlagerungen wesentliche inhaltliche Zielperspektiven einer nachhaltigen Entwicklung auf.

Schwerpunkt ist in PIUS die technische Optimierung bestehender Produktionsverfahren. Daher zielen die angestrebten ökologischen Innovationen aufgrund ihrer Fokussierung auf Schad- und Problemstoffe weniger auf Maßnahmen der Umweltprävention als vielmehr auf solche der Gefahrenabwehr.

Im wesentlichen bezieht sich der produktionsintegrierte Umweltschutz auf Akteure der verschiedenen Stufen der Produktion, d.h. der daran beteiligten Branchen, und schließt zum Teil auch Akteure der Post-Consuming-Phase ein. Eine Beteiligung von Akteuren aus der Gebrauchsphase oder weiterer gesellschaftlichen Akteuren (z.B. von Umweltverbänden) ist derzeit jedoch nicht vorgesehen. Insofern wird die Gebrauchsphase mit ihren spezifischen Anforderungsprofilen und Nutzungsverhalten noch kaum berücksichtigt, obwohl deren umweltfreundliche Gestaltung ausdrücklich angestrebt wird (BMFT 1994a, S. 48). Gerade angesichts der in der Nachhaltigkeitsdebatte sowie in der Agenda 21 geforderten Veränderungen der Konsummuster wäre ein weiterer Perspektivenwechsel dergestalt vorstellbar, daß auch aus Konsumenten/innen-Sicht zu bestimmen wäre, welche Produkte für nachhaltige Konsummuster entwickelt und wie diese gestaltet werden müßten.

#### *Produktion 2000/Wirtschaften in Kreisläufen*

Obwohl nicht ausdrücklich an dem Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung orientiert, bietet auch das Rahmenkonzept "Produktion 2000 - Strategien für die industrielle Produktion im 21. Jahrhundert" das 1995 vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie vorgelegt wurde (BMBF 1995c), Anknüpfungspunkte für Forschung zu nachhaltiger Entwicklung. Solche Berührungspunkte liegen zum einen auf der inhaltlichen Ebene, weil das Programm selbst Bezug auf das Förderkonzept zum produktionsintegrierten Umweltschutz nimmt und dort auch Synergieeffekte vermutet; darüber hinaus stellt "Wirtschaften in Kreisläufen" einen von fünf Forschungsschwerpunkten des Programmes "Produktion 2000" dar. Zum anderen ergeben sich Anknüpfungspunkte, weil dieses Programm sich nicht die Weiterentwicklung bestimmter Technologien, sondern die Verbesserung der Innovationsfähigkeit in der industriellen Produktion angesichts neuartiger Herausforderungen zum Ziel gesetzt hat.

Produktion 2000 benennt als allgemeines Ziel die Stärkung des Forschungs- und Innovationsstandortes Deutschland, die in direktem Zusammenhang zur Weiterentwicklung von Aus- und Weiterbildung gesehen wird. Das Förderprogramm will die Vorbereitung auf und die Anpassung der Volkswirtschaft an Veränderungen und Herausforderungen unterstützen, denen sich die Produktion zukünftig konfrontiert sehe. Hierzu werden vor allem die weitere Globalisierung des Wettbewerbes, die umweltverträgliche Ausrichtung der Produktion sowie die besonderen Herausforderungen, denen sich kleine und mittlere Un-

ternehmen zukünftig stellen müssen, gezählt (BMBF 1995c, S. 6 f.). Als Forschungsschwerpunkte von besonderer strategischer Bedeutung wurden für Produktion 2000 abgeleitet:

- Produktentwicklungsmethoden und Produktionsverfahren
- Logistik für die Produktion
- Informationstechnik für die Produktion
- Produzieren im turbulenten Umfeld
- Wirtschaften in Kreisläufen: Dieser Ansatz zielt auf das Schließen und Aufrechterhalten von Stoff-, Werkstoff-, Energie- und Produktkreisläufen. Betont wird hierbei die Bedeutung der Kooperation zwischen allen beteiligten Akteuren und gleichzeitig darauf hingewiesen, daß hierfür bewährte Verfahren und Instrumente noch fehlen. Im Vordergrund stehen drei Forschungsthemen: Entwicklung von kreislauffähigen Werkstoffen, Produktkonstruktion und Prozeßgestaltung; Intelligentes Stoffstrommanagement; Innovative Verwertungstechniken.

Zusätzlich zu diesen Forschungsschwerpunkten benennt Produktion 2000 als übergreifende Themenfelder die Beschleunigung von Innovationsprozessen, die Qualifizierung von Mitarbeitern, die zwischenbetriebliche Kooperation, die Berücksichtigung der zunehmenden Globalisierung von Produktion sowie die entwicklungsbegleitende Normung (BMBF 1995c, S. 24 ff.).

Das Rahmenkonzept Produktion 2000 geht generell davon aus, daß für eine Verbesserung der industriellen Innovationsfähigkeit strukturelle Voraussetzungen geschaffen werden müssen. In diesem Zusammenhang betont Produktion 2000 vor allem die Notwendigkeit von Vernetzung und Kooperation der beteiligten Akteure und verweist damit in ersten Ansätzen auf die Bedeutung der Akteursorientierung als einem methodisch-konzeptionellen Zugang zur Verbesserung der Innovationsfähigkeit.

Auf diesem Hintergrund gibt Produktion 2000 im Vergleich zu PIUS weniger die konkreten Inhalte und Fragestellungen der Förderung vor, sondern diese sollen in den Projekten mit den beteiligten Akteuren selbst konkretisiert werden. Dazu werden die geförderten Projekte in zwei Phasen, eine Definitions- bzw. Konzeptphase sowie einer Realisierungsphase, eingeteilt. Die Konzeptphase soll vor allem auch den gemeinsamen Lern- und Abstimmungsprozeß der Projektpartner ermöglichen. Für die Förderentscheidung über ein geplantes Vorhaben ist deswegen weniger die genaue inhaltliche Ausrichtung wichtig, sondern es sollen vor allem übergreifende Kriterien geprüft werden, z.B. Zukunftsorientierung, komplexe Fragestellungen und interdisziplinäre Lösungsan-

sätze, umwelt- und sozialverträgliche Entwicklungen sowie branchenübergreifender Einsatz der Ergebnisse. Als wichtig wird dabei angesehen, "den Produktlebenszyklus insgesamt" im Blick zu haben (BMBF 1995c, S. 29). Daß solche komplexen und vernetzten Projekte nicht nur bei den "Forschungsnehmern", sondern auch auf der Ebene der Forschungsförderung neue Formen von Kooperation und Kommunikation, etwa zwischen Abteilungen oder Ressorts, erfordern, wird in Produktion 2000 ebenfalls thematisiert.

### *Konzepte für nachhaltiges Wirtschaften*

Ausgangspunkt des geplanten Förderschwerpunkts ist die Annahme, daß die Aufgabe, zu einem "nachhaltigen Wirtschaften" zu kommen, nicht gelöst werden kann "durch eine einfache Begrenzung wirtschaftlichen Handelns oder Rückkehr zu traditionellen, weniger intensiven Produktions- und Wirtschaftsformen" (BMBF 1996b, S. 1). In diesem Rahmen beschäftigt sich der neue Schwerpunkt vorrangig mit (nicht-technischen) sozialen und wirtschaftlichen Innovationen für ein nachhaltiges Wirtschaften.

Das Verhältnis des Förderschwerpunkts "Konzepte für ein nachhaltiges Wirtschaften" zu den technologieorientierten Förderbereichen des BMBF wird, insbesondere im Bereich der Umweltforschung, als eine komplementäre und "arbeitsteilige Vorgehensweise" bestimmt. Der neue Schwerpunkt soll sich mit sozialen und wirtschaftlichen Innovationspotentialen jenseits technischer Verfahren und Optimierungen beschäftigen. Es wird aber auch hervorgehoben, daß in den einzelnen thematischen Bereichen die inhaltliche Verbindung zwischen technischer und sozialer oder wirtschaftlicher Innovation immer wieder hergestellt werden müsse, da beispielsweise das Innovationspotential durch langlebige Konsumgüter weder allein von der technischen noch allein von der Nutzungsseite abhängt (BMBF 1996b, S. 3).

Zur Konkretisierung der Fragen nach sozialen und wirtschaftlichen Innovationen für eine nachhaltige Entwicklung werden drei Leitthemen vorgeschlagen, die zugleich "Zugänge zur Analyse des komplexen Zusammenwirkens von ökologischem, wirtschaftlichem und gesellschaftlichem System" bilden sollen (vgl. BMBF 1996b, S. 5):

- Regionale Ansätze für nachhaltiges Wirtschaften
- Konzepte für nachhaltiges Wirtschaften in ausgewählten Bedürfnisfeldern
- Wege zu nachhaltigen Konsummustern und Lebensstilen

Die Umsetzung der Forschungsthemen und Fragestellungen soll in integrativen **Leitprojekten** erfolgen. Dabei sollen die jeweiligen Akteure und Entscheidungsträger aus Wirtschaft und Gesellschaft miteinbezogen werden, wobei besonders bei den "Pionieren eines nachhaltigen Wirtschaftens" angesetzt werden soll. Ergebnis der Forschungsprojekte sollen "Konzepte, Strategien und Handlungsempfehlungen für die beteiligten Akteure aus Wirtschaft, Staat und Gesellschaft" sein (BMBF 1996b, S. 7). Die Forschungen sollen in interdisziplinären Verbundprojekten durchgeführt werden, wobei mindestens zwei unterschiedliche Disziplinen in Verbindung mit Akteuren aus der Praxis beteiligt sein müssen. Ähnlich wie im Förderschwerpunkt "Stadtökologie" werden keine Projekte gefördert, die allein von wissenschaftlichem Interesse ohne Praxisbezug sind, die vor allem von technischem Interesse sind oder die nur für einen nicht übertragbaren Spezialfall Lösungen erarbeiten (BMBF 1996b, S. 6 f.).

Zusammenfassend ist festzustellen, daß in den Förderschwerpunkt "Konzepte für nachhaltiges Wirtschaften" in sehr hohem Maße innovative konzeptionelle und methodische Ansätze eingegangen sind, die sich aus den spezifischen Fragestellungen einer nachhaltigen Entwicklung begründen. Dem entspricht auch eine starke Übereinstimmung mit den im vorliegenden Bericht formulierten Kriterien für eine "nachhaltige Forschungspolitik"; dies gilt insbesondere für die Kriterien der Bedürfnisfeldorientierung, Akteursorientierung und den regionalen Ansatz.

Als problematisch an der konzeptionellen Ausrichtung des Förderschwerpunktes ist die vorgesehene Arbeitsteilung mit den umwelttechnischen Förderbereichen anzusehen. So wird das Verhältnis zu den technologie-orientierten Ansätzen (etwa "Produktionsintegrierter Umweltschutz") als "komplementär" und letztlich additiv beschrieben. Soziale und wirtschaftliche Innovationen (z.B. neue Angebots- und Nutzungsformen) bilden aber nicht einfach Ergänzungen zu technischen Innovationen, die davon unabhängig und isoliert entwickelt worden sind, sondern sie greifen unter Umständen auch in den Prozeß technischer Optimierung ein, setzen diesem neue Ziele und verändern seine Richtung (beispielsweise hin zur Modulbauweise, zur Langlebigkeit etc.). Ebenso kann es Fälle geben, in denen neue technische Möglichkeiten die sozialen Innovationspotentiale überhaupt erst sichtbar machen und erschließen - oder sie umgekehrt einengen, indem sie Rahmenbedingungen schaffen, in denen bestimmte soziale Innovationen nicht möglich sind. Soziale und technische Innovation erweist sich daher als ein vielfach miteinander verschränkter Prozeß. Für das Ziel der Nachhaltigkeit muß müßte diese Verschränkung zum Ausgangspunkt der Forschungspolitik gemacht werden. Andernfalls besteht die Ge-

fahr, daß bestehende Technik- und Produktlinien weiter optimiert werden und getrennt davon soziale Innovationen entworfen werden, die ganz andere technologische Entwicklungen erfordern würden.

### **Bewertung der Förderprogramme**

Legt man die o.g. Kriterien einer an nachhaltiger Entwicklung orientierten Forschungspolitik zugrunde, lassen die genannten Förderkonzeptionen und -programme ein großes Spektrum wichtiger und weiterführender Entwicklungen der Umweltforschung und -technik in Richtung des Leitbildes "sustainable development" erkennen. Als beispielhaft, insbesondere hinsichtlich der Interdisziplinarität, der Akteurs- und Bedürfnisfeldorientierung und der Berücksichtigung regionaler Aspekte, können in diesem Zusammenhang die Förderschwerpunkte "Ökologische Konzeptionen für Agrarlandschaften" und "Konzepte für nachhaltiges Wirtschaften" gelten. In den anderen Forschungsfeldern ist die Orientierung an nachhaltiger Entwicklung zwar ebenfalls aufgenommen, aber jeweils nur in Teilaspekten umgesetzt worden.

Der Ausgestaltung der Umweltforschung nach dem Konzept der nachhaltigen Entwicklung ist mit einer Reihe - u.a. auch vom Wissenschaftsrat herausgestellter - grundlegender und struktureller Hemmnissen konfrontiert, deren Bewältigung eine vorrangige Aufgabe der Entwicklung einer nachhaltigen FuT-Politik wäre (ISOE 1996, S. 38 ff.):

- Eine der zentralen Schwächen der Umweltforschung in der Bundesrepublik besteht in der nach wie vor zu wenig ausgeprägten interdisziplinären Zusammenarbeit insbesondere zwischen Natur-, Technik-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (Wissenschaftsrat 1994a). Nach Angaben der Bundesregierung wurden zwischen 1990 und 1995 lediglich 27 interdisziplinäre Umweltforschungsprojekte vom BMBF gefördert, in denen Natur-, Ingenieur- und Sozialwissenschaften gemeinsam ökologische Probleme und mögliche Lösungsansätze untersucht haben (Bundesregierung 1995, S. 20.). Von der gesamten Projektförderung des BMBF zur Umweltforschung entfielen 1994 nur 4,8 % und 1995 nur 5,4 % auf Projekte "mit erheblicher humanwissenschaftlicher Beteiligung" (Bundesregierung 1995, S. 19 f.).
- In weiten Bereichen insbesondere der naturwissenschaftlichen Umweltforschung dominieren nach wie vor stark grundlagenorientierte Ansätze. Dies gilt auch für die seit den 80er Jahren vom BMBF durch die Einrichtung entsprechender Zentren geförderte Ökosystemforschung, die durchaus zu Recht

als eine der wichtigsten Innovationen der Umweltforschungspolitik anzusehen ist (Wissenschaftsrat 1994a). Ökosystemforschung hat beispielsweise eine wichtige Rolle gespielt bei der Erkenntnis kritischer Stoffeinträge und Belastungen von Ökosystemen, vor allem bei der "Entdeckung" der sogenannten neuartigen Waldschäden. Andererseits bietet die z.T. hochgradig spezialisierte und detaillierte Ökosystemforschung bisher aber wenig Ansätze für die Erarbeitung von Strategien einer nachhaltigen Nutzung oder Entwicklung von Ökosystemen und vor allem von Ökosystemkomplexen bzw. Landschaften. Notwendig wäre hierfür eine "Übersetzung" oder eine "synoptische und zielorientierte Aufbereitung" des Grundlagenwissens in konkrete Handlungskontexte und -ansätze, wie sie in dem Rahmenkonzept "Ökologische Konzeptionen für Agrarlandschaften" vorgeschlagen wird (BMBF 1996a, S. 19). Erste Schritte in die hier angedeutete Richtung scheint das BMBF mit dem Entwurf für ein Umweltforschungsprogramm (s.o.) unternommen zu haben, in dem es die bisherige, ökosystemar ausgerichtete Waldschadensforschung umakzentuiert hat hin zu einer umsetzungsorientierten Forschung zum "Waldumbau".

- Mit der Nachhaltigkeits-Diskussion ist das Postulat eng verknüpft, technische Innovationen und Entwicklungslinien im Zusammenhang mit ihren jeweiligen sozialen und kulturellen Anwendungs- und Nutzungskontexten zu betrachten (Enquete-Kommission 1994, S. 69). Technikentwicklung kann nicht mehr nur von den bereits existierenden Technologien und technologischen Entwicklungspfaden her konzipiert werden, sondern sollte auch von gesellschaftlichen Bedürfnisfeldern, Handlungskontexten und Konsummustern ausgehen. Mögliche Zugänge dazu sind in dem geplanten Förderschwerpunkt "Konzepte für nachhaltiges Wirtschaften" skizziert. Auf dem Gebiet der Umwelttechnik ist nach wie vor die traditionelle Trennung eines ingenieurwissenschaftlich-technologiebezogenen Zugangs von insbesondere sozialwissenschaftlichen, kulturell orientierten Fragestellungen stark ausgeprägt. Zudem ist die sozialwissenschaftlich orientierte Technikgenese- und Technikfolgenforschung bisher kaum in dieses Feld miteinbezogen (Wissenschaftsrat 1994a, S. 121).
- Die Orientierung am Konzept einer nachhaltigen Entwicklung trifft auch in der institutionellen Struktur der Umweltforschung auf Hindernisse. In der Forschungslandschaft überwiegen naturwissenschaftlich-technisch ausgerichtete Einrichtungen der Umweltforschung. So räumte auch das BMFT 1994 beispielsweise ein, die Themenauswahl in den Großforschungseinrichtungen entspräche aufgrund ihrer Personalstruktur "nicht immer der gegen-

wärtigen Prioritätensetzung der Umweltforschung" (BMFT 1994b, S. 22). Mit der Gründung von stärker interdisziplinär ausgerichteten Einrichtungen der Umweltforschung vor allem in den neuen Bundesländern hat die Bundesregierung in den letzten Jahren neue Akzente zu setzen versucht. Zu nennen sind insbesondere das Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle (UFZ), eine Großforschungseinrichtung, die sich verstärkt auch sozialwissenschaftlichen Fragen zuwenden soll, sowie das über die "Blaue Liste" geförderte Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), das interdisziplinäre Ansätze zur Erforschung des "Globalen Wandels" erarbeiten soll.

### **3. Förderschwerpunkt Mobilitäts- und Verkehrsforschung**

Der Verkehrssektor stellt durch die Sicherung der Mobilität von Personen und Gütern eine grundlegende Voraussetzung für die gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung dar. Jedoch gehen gleichzeitig vom Verkehrsbereich eine Vielzahl schwerwiegender Umwelt- und Gesundheitsbelastungen aus (vgl. Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" 1994). Wegen der mit ständig wachsenden Transportleistungen im Güter- und Personenverkehr deutlich werdenden Spannungen zwischen wachsendem Bedarf auf der einen Seite und dem zur Verfügung stehenden Verkehrsraum sowie der bei steigendem Verkehrsaufkommen zunehmenden Belastung der Umwelt auf der anderen Seite, kann der Verkehr als ein Schlüsselbereich in der Annäherung an eine nachhaltige gesellschaftliche Entwicklung angesehen werden.

Gegenwärtig wird in der Bundesrepublik Deutschland auf Bundesebene eine verkehrsbezogene FuE von unterschiedlichen Ressorts gefördert, zwischen denen eine an den Ressortzuständigkeiten orientierte Arbeitsteilung besteht (vgl. BMV 1995; ISOE 1996). Der weitaus größte Teil der Verkehrsforschung fällt in die Zuständigkeit des BMBF, das überwiegend die Entwicklung und Verbesserung von Verkehrstechnologien sowie verkehrsbezogene Grundlagenforschung fördert (vgl. BMFT 1994c). So sind beispielsweise in den vergangenen Jahren jeweils 45 bis über 50 % des BMBF-Budgets der bodengebundenen Verkehrsforschung (Kraftfahrzeuge und Straßenverkehr, öffentlicher Nah- und Fernverkehr sowie Magnetbahntechnik) in die Entwicklung und Erprobung der Magnet-schwebebahn geflossen: 1993 etwa entfielen von insgesamt 160 Mio. DM fast 85 Mio. DM auf die Transrapid-Förderung. Die Forschung zu Kraftfahrzeugen



und Straßenverkehr wurde mit 32,4 Mio. DM gefördert, Bahnen für den Schienenverkehr mit 14,3 Mio., Güterverkehr und Transportketten mit 12,1 Mio., der öffentliche Nahverkehr mit 7,3 Mio. sowie Querschnittsfragen und Projektbegleitung mit 8,8 Mio. (Angaben: BMFT 1994c, in: ISOE 1996, S. 42).

In der Zuständigkeit des Bundesministeriums für Verkehr (BMV) liegt vorwiegend ressortspezifische, anwendungsorientierte Forschung, beispielsweise zur Förderung der Verkehrssicherheit, der Verkehrswegeplanung und des Verkehrswegebbaus, des Stadtverkehrs sowie "wissenschaftliche und allgemeinwirtschaftliche Untersuchungen auf allen Fachgebieten der Verkehrsverwaltung" (BMV 1995). Das BMV betreibt vor allem über das Umweltbundesamt, das über eine eigene Abteilung "Umwelt und Verkehr" verfügt, planerisch oder technisch ausgerichtete Forschung und Entwicklung mit dem Ziel, die Umweltverträglichkeit des Verkehrs zu erhöhen (UBA 1995, S. 236 ff.).

Im Zuständigkeitsbereich des BMBau sowie der Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung (BfLR) wird verkehrsbezogene oder verkehrsrelevante Forschung betrieben, wie beispielsweise im Rahmen des Programms "Experimenteller Wohnungs- und Städtebau" (ExWoSt) des BMBau. Hier werden v.a. die raumordnerischen und siedlungsstrukturellen Voraussetzungen und Folgen der Verkehrsentwicklung thematisiert und behandelt.

Gegenwärtig wird im Rahmen der oben aufgeführten Ressorts in keinem nennenswerten Umfang eine Verkehrs- und Mobilitätsforschung gefördert, die sich mit den Bestimmungsfaktoren des Verkehrsverhaltens, der Verkehrsmittelwahl und möglichen Spielräumen oder Blockaden für Verhaltensänderungen beschäftigt. Die Ressortforschung bedingt außerdem eine weitgehende Trennung fahrzeugtechnischer, verkehrsplanerischer, raum- und stadtplanerischer, umweltwissenschaftlicher sowie sozialwissenschaftlich-verhaltensorientierter Ansätze der Verkehrsforschung (ISOE 1996). Ansätze zu einer Integration solcher verkehrspolitischen Aspekte werden z.T. außerhalb der Verkehrsforschung erarbeitet, wie z.B. in Verbundprojekten zur "ökologischen Mobilität in Stadtregionen". Diese Projekte werden im Rahmen des BMBF-Förderschwerpunkts 'Stadtökologie' bearbeitet.

Als innovativ im Hinblick auf eine integrierte Verkehrsforschung kann der Ansatz eines ressortübergreifenden Forschungskonzeptes 'Mobilität und Verkehr' im BMBF angesehen werden. Um die verschiedenen Ansätze und inhaltlichen Schwerpunkte der Verkehrsforschung zusammenzuführen, wurde 1996 im BMBF ein eigenständiges Referat (Referat 611: Grundsatz- und Querschnittsfragen der Mobilität) mit der Zielsetzung eingerichtet, Neuorientierungen im Rahmen der Verkehrsforschung zu entwickeln. Im Dezember 1996 wurde der

Öffentlichkeit das Papier "Eckwerte einer zukunftsorientierten Mobilitätsforschungspolitik" vorgestellt, welches als Grundlage für einen Ideenwettbewerb fungiert. Auf der Basis dieses Ideenwettbewerbs soll bis Ende 1997 unter der Federführung des BMBF ein Programm erstellt werden, das innovative Ansätze und Beiträge für eine zukunftsfähige Verkehrsentwicklung zur Verfügung stellen kann.

### **Eckwerte einer zukunftsorientierten Mobilitätsforschungspolitik**

Das in der Forschungskonzeption vorgegebene Leitbild "Verkehrswachstum und Wirtschaftswachstum entkoppeln" (BMBF 1996d, S. 4) impliziert eine Neuorientierung der Verkehrsforschung, die dem Umstand Rechnung tragen soll, daß angesichts der aktuellen Verkehrsprobleme "technikorientierte Ansätze in der Verkehrsforschung sowie das Denken in einzelnen Verkehrssystemen nicht mehr aus(reichen)" (BMBF 1995d, S. 62; BMBF 1996d). Die Entwicklung ressortübergreifender Ansätze soll im Rahmen "der verkehrsbezogenen Forschungskonzepte in der Verkehrs-, Umwelt-, Wirtschafts-, Städtebau- und Raumordnungs sowie Bildungs- und Forschungspolitik" (BMBF 1996d, S. 3) stattfinden. Durch die Vorgabe politischer Zielsetzungen soll ein gesellschaftlicher Dialog in Gang gesetzt werden, der Wissenschaft und Wirtschaft genauso integrieren soll wie diverse gesellschaftliche Gruppen.

Eine besondere Betonung liegt bei diesem Vorhaben einerseits auf neuen Technologien wie beispielsweise den von der Industrie mit großem Aufwand entwickelten Informations- und Kommunikationstechniken (IuK-Techniken) und andererseits auf organisatorischen Maßnahmen wie z.B. der räumlichen und zeitlichen Entzerrung der Verkehrswegeauslastung oder der konsequenten Vernetzung von Wirtschaft, Politik und Forschung im Hinblick auf verkehrspolitische Maßnahmen (BMBF 1996d, S. 8 ff.). Insgesamt formuliert das Papier fünf "Zielfelder", in denen zukünftiger Forschungs- und Handlungsbedarf liegen soll:

- Verkehrsreduzierende Strukturen fördern
- Effizienz des Verkehrssystems erhöhen
- Umwelt und Ressourcen schonen
- Verkehrssicherheit verbessern
- Mobilität und Verkehr besser verstehen

Das Zielfeld "Verkehrsreduzierende Strukturen fördern" konzentriert sich auf Forschungsaktivitäten im Bereich der Raumordnung und Stadtentwicklungspla-

nung. Hier sollen neue Raumordnungskonzepte entwickelt werden, welche eine "dezentrale Konzentration" der Siedlungsräume sowie eine Nutzungsmischung von Wohnen, Arbeiten, Freizeit etc. fördern sollen.

Im Rahmen des Programmpunktes "Effizienz der Verkehrssysteme erhöhen" werden mit dem Begriff Effizienz nicht nur technische Maßnahmen im engeren Sinne sondern insbesondere auch organisatorische Maßnahmen zur Gestaltung der Verkehrsabläufe verbunden. Neue Technologien wie die Informations- und Kommunikationstechniken sollen neue Möglichkeiten sowohl der effizienteren Regelung der Verkehrsabläufe (z.B. durch elektronische Betriebsleitsysteme, verbesserte Fahrgastinformationssysteme im öffentlichen Verkehr etc.) als auch der Vernetzung der verschiedenen Verkehrssysteme eröffnen.

Das Zielfeld "Umwelt und Ressourcen schonen" bezieht sich hauptsächlich auf die Verminderung von Treibhausgasemissionen im Verkehr, insbesondere im Straßenverkehr. Über die Entwicklung und Bewertung von Technologien, Strategien und ordnungspolitische Maßnahmen soll zunächst ermittelt werden, in welchem Zeitraum und mit welchen damit verbundenen Kosten eine Minderung der Emissionen möglich ist. Diese Vorarbeiten sollen die Grundlage für weitere Forschungsaktivitäten bilden.

Das Zielfeld: "Verkehrssicherheit verbessern" bezieht sich hauptsächlich auf die Erhöhung des Sicherheitsstandards im Straßenverkehr durch **technische** Innovationen.

In dem Zielfeld "Mobilität und Verkehr besser verstehen" soll durch die Untersuchung der komplexen Zusammenhänge zwischen Mobilitätsursachen, Verkehrsentstehung und Verkehrsfolgen eine fundierte Wissensgrundlage für verkehrsrelevante Entscheidungen in Wirtschaft, Verkehrsplanung und Politik geschaffen werden. Eine "integrierte verkehrs-, sozial- und wirtschaftswissenschaftliche Forschung" wird diesbezüglich als unverzichtbare Voraussetzung angesehen (BMBF 1996d, S. 12).

Das Eckwertepapier integriert in zweierlei Hinsicht wichtige Aspekte für eine nachhaltige Entwicklung im Mobilitätssektor. Erstens betont die Leitorientierung "Entkoppelung von Wirtschafts- und Verkehrswachstum" die Bedeutung der Umweltverträglichkeit des Verkehrssystems. Hier werden zwei zentrale Zielperspektiven der Nachhaltigkeit (Ressourcenschonung und Emissionsminderung) angesprochen. Offen läßt die Anlage des Konzeptes jedoch weitgehend, ob "Verkehr effizienter und umweltverträglicher gestaltet werden soll, um auf diese Weise u.U. weiteres Verkehrswachstum zu ermöglichen, oder ob Strategien zur Verringerung von Verkehrsströmen ('Verkehrsvermeidung') selbst als ein

Element zur umwelt- und sozialverträglicheren Gestaltung von Mobilität angesehen werden" (ISOE 1996, S. 45).

Es bleibt abzuwarten, inwiefern die sowohl vom Rat der Sachverständigen für Umweltfragen (SRU) als auch von der Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" betonte Notwendigkeit, Mobilität als gesellschaftliches Bedürfnisfeld und nicht in erster Linie als zu optimierendes technisches System zu verstehen, in der Realisierung des Programmes aufgegriffen wird.

Konkrete Forschungsschwerpunkte der Zielsetzung "Entkoppelung von Wirtschafts- und Verkehrswachstum" könnten dann beispielsweise in folgenden Bereichen liegen (Halbritter 1996, S. 4):

- Entwicklung effizienter Fahrzeugtechnik sowohl im Bereich des Individual- als auch des öffentlichen Verkehrs
- Verlagerung von Individualverkehr auf umweltverträglichere Verkehrsträger
- Vermeidung von nicht notwendigem Verkehr
- effizientere Organisation der Verkehrsabläufe, insbesondere durch Vernetzung der verschiedenen Verkehrsträger

Neben der generellen Ausrichtung auf die "Entkopplung von Wirtschafts- und Verkehrswachstum" erscheint die im Eckwertepapier vorherrschende Ausrichtung auf die Entwicklung ressortübergreifender Konzepte als bedeutsam für eine "nachhaltige Mobilitätsentwicklung". "Zu diesem Zweck ist ein intensiver Dialog zwischen Wirtschaft, Wissenschaft, Politik, den betroffenen Ressorts und relevanten gesellschaftlichen Gruppen über ihre jeweilige Rolle bei der Problemlösung und Finanzierung notwendig" (BMBF 1996d, S. 13). Im Gegensatz zu den klassischen verkehrspolitischen Maßnahmen ist beabsichtigt, nicht mehr nur technisch ausgerichtete Einzelprojekte zu fördern, sondern abgestimmte Konzepte zu entwickeln, die im Rahmen verschiedener Politikbereiche koordiniert werden und bestimmte gesellschaftliche Entwicklungen und Bedürfnisfelder in den Forschungsprozeß integrieren sollen.

Generell stellt das Eckwertepapier die Mobilitäts- und Verkehrsforschung unter das Ziel der Umweltentlastung und betont sowohl die Notwendigkeit einer Eindämmung des Verkehrswachstums als auch eines neuen politikfeldübergreifenden Ansatzes in der Verkehrsforschung. Für die Konkretisierung und Umsetzung des Forschungsprogrammes wären unter dem Gesichtspunkt nachhaltiger Entwicklung folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Um die im Eckwertepapier präferierten technischen Innovationen zur Entwicklung eines zukunftsfähigen Verkehrssystems effektiv und nachhaltig zu nutzen, wären technische Konzepte mit ordnungspolitischen, preislichen

und organisatorischen Instrumenten zur Eindämmung des Verkehrswachstums und zur Reduktion von Umweltverbrauch- und -schäden zu verbinden.

- Um grundlegende Veränderungen, gerade im Rahmen der Entkoppelung und Weiterentwicklung von Wirtschaftswachstum und Verkehrsaufkommen, einzuleiten, wären auch Fragen zur Bedeutung des nicht-motorisierten Verkehrs und zur Verbesserung seiner Rahmenbedingungen in den Forschungsleitlinien zu berücksichtigen.
- Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, betont die Bedeutung der Untersuchung der Sozialverträglichkeit notwendiger grundlegender Veränderungen im Verkehrssystem, um die soziale Akzeptanz umweltverträglichen Verkehrsverhaltens zu fördern. Der "Entwicklung und Bereitstellung eines optimalen Angebots an kollektiven, d.h. öffentlichen Verkehrsmitteln käme im Sinne von Nachhaltigkeit hierbei erste Priorität zu" (SRU 1994, S. 300).
- Eine nachhaltige Mobilitätsforschung beinhaltet auch eine normative Dimension, d.h. die Frage welches Verständnis von Mobilität den westlichen Gesellschaften zugrunde liegt. Ist es unter dem Gesichtspunkt einer nachhaltigen Entwicklung überhaupt haltbar und welche Alternativen und Optionen existieren? Diese Perspektive setzt eine differenzierte sozialwissenschaftlich orientierte Erforschung des Bedürfnisfeldes Mobilität in seinen räumlichen und sozialen Dimensionen voraus und erfordert eine enge Kooperation mit den gesellschaftlichen und politischen Akteuren.

#### **4. Förderschwerpunkt Materialforschung**

Der Materialforschung, d.h. der Erforschung, Entwicklung und Verbesserung von Werkstoffen für bestimmte Anwendungszwecke, kommt für die Nachhaltigkeitsdiskussion eine exemplarische Bedeutung zu. Denn sowohl die ökonomische als auch die ökologische Effizienz und Effektivität von Technologien und Produkten wird wesentlich von den eingesetzten Materialien beeinflusst.

Das aktuelle FuE-Förderprogramm "Neue Materialien für Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts" (MaTech) des BMBF (BMBF 1995a) ist das Nachfolgeprogramm des BMFT-Programms "Materialforschung" (MatFo) (1985-1994) (BMFT 1985), das in 700 Verbundprojekten mit etwa 1.400 Partnern mit einer Summe von insgesamt 1,1 Milliarden DM gefördert wurde (Bremer/Preusser 1995). Grundsätzliches Fördermodell war die Verbundforschung (mit 50 %iger

Kostenübernahme durch das BMFT). Vorrangig wurde die unmittelbare Bedeutung der Materialforschung für Produktion und Beschäftigung in wichtigen Industriezweigen betont sowie die Möglichkeit, knappe und relativ teure Werkstoffe zu ersetzen. So wurde 1988 in einem Zwischenbericht die fast unbegrenzte Verfügbarkeit der Rohstoffe für Keramik erwähnt (BMFT 1988). Eine Evaluierung im Auftrag des BMFT kam zu dem Ergebnis, daß das MatFo-Programm im Hinblick auf die gesteckten Ziele grundsätzlich als erfolgreich beurteilt werden müsse. Als nicht erreichte Ziele wurden die "stärkere Beteiligung von KMU" (kleinen und mittleren Unternehmen) sowie die "Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie" (aufgrund der langen Diffusionszeiten für die neuen Technologien) genannt.

Als strategisches Ziel wurde neben der beschleunigten Umsetzung der Ergebnisse in diesem Zusammenhang erstmals auch die Berücksichtigung langfristiger ökologischer Aspekte erwähnt. Wie diese ökologischen Aspekte in zukünftigen Programmen berücksichtigt werden sollten, wurde jedoch im Rahmen der Evaluierung nicht weiter diskutiert.

### **Das MaTech-Programm**

Schwerpunkt des MaTech-Programms ist die direkte Förderung von Projekten, die sich am zukünftigen Bedarf der werkstoffanwendenden Industrie ausrichten. Grundsätzliches Fördermodell ist die Verbundforschung von Industrie und Forschungsinstituten, wobei die Industrie die Federführung in den Projekten übernehmen soll. Geplant sind Forschungsverbände für die industrielle Grundlagenforschung (vertikale Verbände entlang der Wertschöpfungskette und horizontale Verbände innerhalb einer Wertschöpfungsstufe), Entwicklungsverbände für angewandte FuE im Bereich weltmarktorientierte Produkte (insgesamt 70 % des Budgets) sowie Sondervorhaben mit hohem Innovationsgrad (zusammen mit Institutsverbänden 30 % des Budgets). Das Programm soll seitens des Projektträgers durch Technikbewertung und -analyse begleitet werden und durch FuE-Controlling und Projektmanagement mit anderen Aktivitäten des Bundes, der Länder und der EU abgestimmt werden.

Das Programm hat 1994 begonnen und soll zunächst bis 1999 laufen. Für die Projektförderung sollen jährlich steigende Beträge von 126 (1994) bis zu 159 Mio. DM (1999) bereitgestellt werden; zusätzlich wird die institutionelle Forschung mit 145 Mio. DM pro Jahr gefördert. Außerdem werden in dem werk-

stofforientierten Programm "Oberflächen- und Schichttechnologien" bis 1998 Fördermittel von insgesamt 110 Mio. DM zur Verfügung gestellt.

Während im Vorläuferprogramm MatFo Umweltaspekte kaum erwähnt wurden (vgl. Jahn/Wehling 1992, S. 132 f.), werden im aktuellen MaTech-Programm die Umweltvorteile der im Rahmen des Vorläuferprogramms entwickelten Materialien herausgestrichen (z.B. Senkung des spezifischen Energiebedarfs von Prozessen) und beispielhaft an zwei Forschungsprojekten aus dem Vorläuferprogramm vorgestellt (BMBF 1995a).

Die im MaTech-Programm ausgewählten Technologiefelder ("Schlüsseltechnologien") sind unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit unterschiedlich einzuschätzen. Positiv ist in erster Linie die Entwicklung neuer Materialien für die Energietechnik hervorzuheben. Die durch neue Materialien mögliche Effizienzsteigerung auf dem Gebiet der fossilen Energietechnik korrespondiert mit der Forderung der Enquete-Kommission, die Nutzung nicht-erneuerbarer Energien zu verbessern, um Zeit für den Übergang zu erneuerbaren Energiequellen zu gewinnen.

Die ökologischen und sozialen Auswirkungen von neuen Materialien für Informationstechnik, Medizintechnik und Fertigungstechnik sind dagegen angesichts eines prinzipiell sehr großen Anwendungsspektrums nur äußerst schwierig zu beurteilen. Obwohl positive Effekte für Nachhaltigkeit ebenso möglich und wahrscheinlich sind, können beim gegenwärtigen Kenntnisstand negative Wirkungen nicht ausgeschlossen werden. Bisher ist es neuen Materialien kaum gelungen, sich auf etablierten Massenmärkten durchzusetzen. Eher wurden bisher Fertigungsverfahren und Anwendungsmöglichkeiten klassischer Werkstoffe optimiert. Dies hat auch zu relevanten ökologischen Entlastungen geführt, insbesondere im Stahl-, Glas-, und Dämmstoffsektor. Das umweltentlastende Potential neuer, oft "naturferner", Werkstoffe entfaltet sich häufig erst im Rahmen einer generellen Umstellung auf nachhaltige Produktionsverfahren und Produkte (vgl. TAB 1994).

Insgesamt stellt die Orientierung im Programm an "Schlüsseltechnologien" einen wesentlichen Fortschritt gegenüber dem stoffbezogenen Ansatz des Vorläuferprogramms dar. Ziele der Materialforschung bestimmen sich damit weniger von den Werkstoffen her, sondern von möglichen Anwendungskontexten. Dies ist nicht nur hinsichtlich der technologischen Umsetzung der Forschungsergebnisse effektiver; zudem wird dadurch die Notwendigkeit einer verbesserten Kommunikation und Kooperation der Akteure in der Wertschöpfungs- und Nutzungskette von Werkstoffen sichtbar, die eine entscheidende Bedingung auch für ökologischen Erfolg darstellt. Somit weist der Zugang von MaTech

wichtige Berührungspunkte mit einer an Nachhaltigkeit orientierten Förderung der Materialforschung auf. Allerdings kann unter diesem Gesichtspunkt die Auswahl der Schlüsseltechnologien nicht allein nach dem Kriterium der wirtschaftlichen Wettbewerbsfähigkeit vorgenommen werden. Technologische Ansätze müßten zudem im Zusammenhang von Bedürfnisfeldern auf ihren Beitrag zu einer zukunftsfähigen Lösung ökologischer, ökonomischer und sozialer Probleme hin untersucht werden.

Im Hinblick auf das Leitbild "Nachhaltige Entwicklung" müßte die u.a. vom Wissenschaftsrat geforderte Integration ökologischer Aspekte in die Materialforschung auch gegenüber dem bei MaTech erreichten Stand noch ausgebaut werden. Dies betrifft erstens die Erarbeitung von Bewertungskriterien für Materialien, zweitens die Integration der Umweltwissenschaften in die Materialwissenschaften und drittens eine stärkere Ausrichtung der Materialentwicklung an der Nutzung ökologischer Entlastungspotentiale (ISOE 1996, S. 48 ff.).

## **5. Perspektiven einer an nachhaltiger Entwicklung orientierten FuT-Politik**

Im folgenden werden auf der Basis der oben erläuterten Kriterien für eine an nachhaltiger Entwicklung orientierte FuT-Politik sowie der Bestandsaufnahme zur Bedeutung des Leitbildes in der aktuellen FuT-Politik einige vorläufige Überlegungen zu den Möglichkeiten einer Neuorientierung der FuT-Politik entwickelt, und zwar für vier Dimensionen, an denen eine solche Neuorientierung ansetzen könnte:

- die Instrumente der Forschungsförderung,
- die Programme der Forschungsförderung,
- innovative Verfahren der FuT-Politik und
- die Strukturen der Forschungslandschaft.

Diese Überlegungen verstehen sich als Anregungen für eine Operationalisierung des Leitbildes "Nachhaltige Entwicklung" im Rahmen der Forschungspolitik. Hieraus ergibt sich noch kein integriertes Konzept für eine nachhaltige FuT-Politik. Für ein solches Konzept wäre eine systematische Berücksichtigung der Rahmenbedingungen, d.h. der Umsetzungschancen und der Hindernisse einer entsprechenden Neuorientierung der FuT-Politik, erforderlich.

### *Instrumente der Forschungsförderung*

Als ein wesentliches Erfordernis für eine an Nachhaltigkeit orientierte Forschung erscheint ein problemorientierter, interdisziplinärer Zuschnitt von Projekten und Programmen. Einen Ansatzpunkt zur Verstärkung solcher Forschungsansätze bieten die im Bereich der Umweltforschung entwickelten **Verbundprojekte**, die mit konkreten räumlichen Bezügen und unter Einbeziehung der für eine Umsetzung von Ergebnissen relevanten Akteure arbeiten - vor allem im Rahmenkonzept zur Stadtökologie (BMFT 1991) und in den neuen Förderschwerpunkten "Konzepte für nachhaltiges Wirtschaften" und "Ökologische Konzeptionen für Agrarlandschaften". Die Interdisziplinarität der Verbundprojekte müßte verbindliches Förderkriterium werden, wobei dies weniger anhand der Zahl der beteiligten Disziplinen, sondern inhaltlich an dem konzeptionellen Ansatz des Forschungsvorhabens zu überprüfen wäre.

Auch die vom BMBF beabsichtigte Konzentration der Forschungsförderung auf anwendungsorientierte und interdisziplinäre **Leitprojekte** ist unter dem Gesichtspunkt der nachhaltigen Entwicklung zu begrüßen. Bei einer problemorientierten Ausrichtung der Leitprojekte und einer Beteiligung eines breiteren Spektrums von gesellschaftlichen Akteuren an der Formulierung, Durchführung und Bewertung der Projekte könnten diese als Modelle einer Ausrichtung der FuT-Politik auf Nachhaltigkeit hin fungieren.

Neben einer stärkeren Berücksichtigung der Interdisziplinarität in der Forschungsförderung wäre unter dem Gesichtspunkt einer stärkeren Einbeziehung der Perspektiven und Handlungsmöglichkeiten von Produzenten/innen und Verbraucher/innen auch über neue Formen einer "akteursorientierten Projektförderung" nachzudenken. Dies könnte z.B. durch die Bereitstellung problembezogener Fördermittel gewährleistet werden, mit denen von Umwelt- oder Verbraucherverbänden, Bürgerinitiativen und anderen sozialen Gruppen, bei einer festzulegenden Eigenbeteiligung der Gruppen, eigene Forschungsaufträge an wissenschaftliche Einrichtungen vergeben werden können (vgl. ISOE 1994, S. 244). Der Vorteil eines solchen Förderinstrumentes wäre zum einen, daß sich die Forschung stärker an regionalen und lokalen sozialen und ökologischen Problemlagen orientiert und die Forschungseinrichtungen sich für eine Kooperation mit gesellschaftlichen Gruppen öffnen. Zum anderen ergäbe sich im Hinblick auf die Entwicklung nachhaltiger Konsummuster die Möglichkeit, solche zu erproben und die Bedingungen ihres Erfolgs oder Mißerfolgs wissenschaftlich auswerten zu lassen.

### *Programme der Forschungsförderung*

Hinsichtlich der Förderprogramme erscheint die Orientierung an Bedürfnis- und Bedarfsweldern geeignet, eine Umstrukturierung und Neuakzentuierung der Förderprogrammatis einzuleiten. Ansätze hierzu finden sich aktuell in den Förderpunkten "Konzepte für nachhaltiges Wirtschaften" und "Ökologische Konzeptionen für Agrarlandschaften" wie auch in der Grundanlage des neuen Umweltforschungsprogramms. Unabhängig davon wird auch weiterhin Forschung und Entwicklung in Technologiebereichen gefördert werden müssen, welche die Bedürfnisfelder übergreifen (bspw. Informationstechnik). Auch solche Förderbereiche könnten aber stärker auf ihre (möglichen und wahrscheinlichen) Anwendungsbezüge hin ausgerichtet werden - wie es unter etwas anderen Vorzeichen in der Förderung der Materialforschung durch das BMBF der Fall ist. Auch wäre die Formulierung der technologischen Frage- und Aufgabenstellungen an den Erfordernissen in den unterschiedlichen Bedürfnisfeldern auszurichten.

Als Einstieg in eine ressort- und referatsübergreifende Orientierung der FuT-Politik an nachhaltiger Entwicklung könnte ein eigenes Förderprogramm "Nachhaltige Entwicklung" aufgelegt werden, in dem die neu aufgeworfenen inhaltlichen, konzeptionellen und methodischen Fragestellungen systematisch und modellhaft bearbeitet werden. Dies erscheint im Sinne einer strukturbildenden Forschungsförderung auch dazu geeignet, die mit Nachhaltigkeit verbundenen Fragen zu präzisieren und gleichzeitig ihre Akzeptanz in der Wissenschaftslandschaft zu erhöhen sowie Formen ihrer interdisziplinären Bearbeitung zu stabilisieren. Ein solches Programm könnte sich zunächst um jene Förderpunkte herum kristallisieren, in denen das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung bereits zu konzeptionellen Überlegungen und Weiterentwicklungen geführt hat.

Verstärkte Bemühungen müßten sich auch auf die Koordination und Abstimmung sowohl zwischen unterschiedlichen Forschungsprogrammen als auch zwischen den einzelnen Ressorts innerhalb eines Programms richten, wie es im neuen Umweltforschungsprogramm beabsichtigt ist. Forschungen zur Nachhaltigkeit stellen (ebenso wie Umweltforschung) Querschnittsaufgaben und -fragestellungen dar; so müßten bspw. Ergebnisse zu den Umweltwirkungen bestimmter Stoffe oder Anforderungen an eine umweltgerechte Produktgestaltung in technologie-orientierten Forschungsprogrammen berücksichtigt werden. Dafür wären entsprechende Institutionen des Ergebnisaustausches und Wissenstransfers erforderlich.



Das Kriterium der Verknüpfung regionaler und globaler Problemlagen und Handlungsansätze ist bisher ebenso wie die internationalen Aspekte nachhaltiger Entwicklung in der deutschen Umweltforschung nur schwach berücksichtigt (Wissenschaftsrat 1994a, S. 124 ff; WBGU 1993 u. 1994). Zur Initiierung und Förderung diesbezüglicher regionaler und globaler Forschungsaktivitäten könnte ein Förderprogramm "Internationale Aspekte nachhaltiger Entwicklung" neu eingerichtet werden. Ein solches Programm könnte ressortübergreifend von BMBF, BMZ und BMU konzipiert und getragen werden (vgl. auch WBGU 1994, S. 55). Ziel des Programms müße es sein, die problembezogene Kooperation von Forschungseinrichtungen in der Bundesrepublik mit wissenschaftlichen Einrichtungen, aber auch mit gesellschaftlichen Akteuren aus Ländern der "Dritten Welt" anzuregen.

Insbesondere hinsichtlich der Entwicklung einer nachhaltigen Lebensweise und nachhaltiger Konsummuster müßten die Erfahrungen und Handlungskompetenzen von Frauen aufgenommen und einbezogen werden, auch um zu verhindern, daß Maßnahmen zu einer noch größeren Mehrbelastung der Frauen durch die Haus- und Konsumarbeit führen (vgl. BMBF 1996b). Forschungsaktivitäten zu "Frauen und Nachhaltigkeit" könnten als Querschnittsaufgabe in allen nachhaltigkeitsorientierten Vorhaben vorgesehen werden.

#### *Innovative Verfahren der FuT-Politik*

Aufgrund der Zukunftsorientierung des Konzepts "Nachhaltige Entwicklung" benötigt die FuT-Politik Verfahren und Methoden einer langfristig angelegten Wissenschafts- und Technikvorausschau, Verfahren zur Ermittlung des Bedarfs an technologischen Innovationen, Konzepte zur Evaluation und zum "Monitoring" von Forschungslinien und Forschungsprogrammen sowie Ansätze zur gesellschaftlichen Bewertung und Gestaltung von Technologien und technologischen Entwicklungslinien.

Der Wissenschaftsrat hat vorgeschlagen, das gegenwärtig bestehende und in vielen Bereichen erfolgreiche System der Forschung und Forschungsförderung in der Bundesrepublik Deutschland um eine forschungsbezogene Prospektion zu erweitern. Die Ziele einer solchen Prospektion weisen zahlreiche Berührungspunkte mit der Perspektive nachhaltiger Entwicklung auf, so z.B. einen innerwissenschaftlichen Diskurs zu initiieren, der auf eine problemorientierte Verständigung über grundlegende Ziele der Forschung ausgerichtet ist, neuartige wissenschaftliche Probleme ebenso wie Lücken und Defizite frühzeitig aufzuzeigen sowie "Wissenschaft, Wirtschaft, Staat und Gesellschaft in einen for-

schungs- und technologiepolitischen Dialog über künftige Chancen in Forschung und Technologie und ihre Nutzung einzubeziehen" (Wissenschaftsrat 1994b, S. 30 f.).

In der wissenschaftlichen Diskussion werden neben prospektiven Verfahren auch Ansätze vorgeschlagen, bei denen, orientiert an Nachhaltigkeitszielen und Zukunftsszenarien einer nachhaltigen Wirtschafts- und Lebensweise, sozusagen "rückblickend" aus der Zukunft, Pfade zur Erreichung der Ziele ausgehend von den gegenwärtigen Handlungsmöglichkeiten entwickelt werden. Einen solchen direkt auf die Anregung zielorientierter Innovationsprozesse abstellenden Ansatz stellt das im Rahmen des niederländischen "Sustainable Technology Development-Program" angewandte "Back-Casting"-Verfahren dar (vgl. Kap. IV.4). Der Wissenschaftsrat hat für die Aufgabe der forschungsbezogenen Prospektion die Schaffung eines eigenen interdisziplinär zusammengesetzten Gremiums vorgeschlagen (Wissenschaftsrat 1994b, S. 38 ff.). Ein solches Gremium könnte auch die Aufgabe übernehmen, Prozesse eines "sustainable technology development" zu initiieren. Denkbar wäre auch die Ausgestaltung eines eigenen Forschungsprogramms wie in den Niederlanden. Die genaue institutionelle und methodische Ausrichtung sollte Gegenstand und Ergebnis einer breiteren Diskussion um eine nachhaltige Forschungspolitik sein.

Da die Definition von Zielen einer nachhaltigen Entwicklung und die Implementation entsprechender Maßnahmen nicht statisch, sondern als Prozeß der ständigen Reflexion von Zielvorgaben und Maßnahmen im Lichte neuer Erkenntnisse über Problemlagen und Folgen eingeleiteter Maßnahmen angelegt sein kann, kommt in den für nachhaltige Entwicklung relevanten Forschungsfeldern Verfahren einer zeitnahen Evaluation große Bedeutung zu. Dadurch würde die Möglichkeit geschaffen, Forschungsprogramme flexibel umstrukturieren zu können, wenn sich entweder neue gesellschaftliche oder wissenschaftliche Ziele ergeben haben oder sich abzeichnet, daß die Programme in ihrer bisherigen Ausrichtung nicht zu den angestrebten Ergebnissen führen.

### *Strukturen der Forschungslandschaft*

Auch im Hinblick auf die existierende Forschungslandschaft stellt die notwendige **interdisziplinäre** Ausrichtung von FuE für eine nachhaltige Entwicklung die größte Herausforderung dar. Die disziplinäre Strukturierung der Forschungslandschaft könnte sich als sperrig für Fragestellungen einer an nachhaltiger Entwicklung orientierten FuT-Politik erweisen.

Bezogen auf die Hochschulforschung könnten aber beispielsweise die von der DFG genutzten Förderinstrumente der Sonderforschungsbereiche, Schwerpunktprogramme, Forschergruppen sowie Graduierten- bzw. Innovationskollegs genutzt werden, interdisziplinäre Projekte und Programme an den Hochschulen stärker zu verankern. Der Wissenschaftsrat hat empfohlen, diese Instrumente gezielt und verstärkt zur Förderung von Vorhaben der Umweltforschung zu nutzen, wobei besonderer Handlungsbedarf bei den Rechts-, Wirtschafts-, Sozial- und Verhaltenswissenschaften bestehe (Wissenschaftsrat 1994a, S. 188 ff.). Ansätze zu einer Integration von naturwissenschaftlichen und sozialwissenschaftlichen Fragestellungen finden sich derzeit vor allem in den Graduiertenkollegs und im Schwerpunktprogramm "Mensch und soziale Umweltveränderungen" der DFG. In Vorbereitung befinden sich gegenwärtig drei interdisziplinär ausgerichtete Sonderforschungsbereiche zum Themenfeld Ökobilanzen und Stoffstrommanagement.

Im Hinblick auf die Forschungslandschaft insgesamt erscheint der Aufbau neuer bzw. die Unterstützung bestehender "Hybrid-Institutionen" bedenkenswert, die als Agenturen der Vermittlung von Grundlagen- und Anwendungswissen, sowie ökologischer, ökonomischer und sozialer Fragestellungen angelegt sind. Wichtige Aufgaben solcher Einrichtungen wären z.B.:

- die transparente Übersetzung gesellschaftlicher Problemlagen in wissenschaftliche Forschungs- und technologische Entwicklungsaufgaben;
- die methodisch reflektierte Übersetzung wissenschaftlicher Forschungsergebnisse in politisches Handlungs- und Entscheidungswissen,
- der wechselseitige Transfer zwischen wissenschaftlichem Wissen und gesellschaftlichem Alltags- und Erfahrungswissen.

Es existiert auch bisher schon in der Bundesrepublik - sowohl im politischen (Enquete-Kommissionen, WBGU u.a.) als auch im wissenschaftlichen Raum (z.B. Systemanalyseinstitute innerhalb der HGF) - eine Reihe von Institutionen, die solche Funktionen wahrnehmen. Ihre Arbeit könnte aber stärker in die Gestaltung, Durchführung und Evaluation von Forschungsprogrammen integriert werden, um insgesamt den Stellenwert interdisziplinärer wie auch problemorientierter Fragestellungen zu erhöhen.

TAB

## IV. Forschungspolitische Prioritäten und Maßnahmen - Vier Länder im Überblick

Die Weltkonferenz über Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro 1992 beschleunigte in vielen Ländern die Weiterentwicklung nationaler Technologie- und Umweltpolitiken. In der Konkretisierung und Operationalisierung einer nachhaltigen Entwicklung bestehen bekanntermaßen noch erhebliche Probleme und Lücken. Ein internationaler Vergleich der Ziele, Strategien und Maßnahmen der FuT-Politik von Ländern, die ihre Programmatik verstärkt am Konzept **sustainable development** anlehnen, kann wichtige Tendenzen, Hinweise und Vorschläge für die Weiterentwicklung deutscher FuT-Politik in Richtung nachhaltiger Entwicklung aufzeigen. Zwar müssen die Erfahrungen der unterschiedlichen Länder vor dem Hintergrund ihrer spezifischen sozialen, kulturellen und politischen Traditionen sowie der jeweiligen politischen Praktiken gesehen werden. Eine vergleichende Analyse von Unterschieden und Gemeinsamkeiten nationaler Politiken kann jedoch durchaus dazu anregen, über die Bedeutung der deutschen FuT-Politik für eine nachhaltige Entwicklung nachzudenken.

Der im folgenden präsentierte internationale Vergleich beinhaltet zentrale Forschungsziele und -strategien, die zum Erreichen von sustainable development von Bedeutung sein könnten, sowie daraus abgeleitete exemplarische forschungs-, technologie- und umweltpolitische Maßnahmen der Vereinigten Staaten von Amerika, Japans, Schwedens und der Niederlande. Die USA und Japan werden dabei nicht zuletzt wegen ihrer Spitzenposition im Bereich der Entwicklung und Anwendung effektiver ressourcenproduktiver Technologien unter dem Aspekt der Wettbewerbsfähigkeit behandelt. Schweden wurde in den Vergleich miteinbezogen, da es im Bereich der Forschungs- und Technologiepolitik häufig unkonventionelle Ansätze verfolgt hat. Die Niederlande gelten in der öffentlichen Diskussion über sustainable development als einer der Schrittmacher in Europa. Das dort in Kooperation von fünf niederländischen Ministerien aufgelegte einschlägige Programm "Sustainable Technology Development" ist vor allem unter dem Gesichtspunkt der Übertragbarkeit auf die bundesrepublikanische FuT-Politik von Bedeutung.

In den Länderbeispielen wird zunächst ein allgemeiner Überblick über den derzeitigen Stellenwert der Umweltpolitik bzw. an Nachhaltigkeit orientierter FuT-Politik sowie über deren Prioritäten, Ziele und Leitbilder gegeben. Dazu wurden neben dem dafür in Auftrag gegebenen Gutachten (ISI 1996) die aus

den jeweiligen Ländern zur Verfügung stehenden politisch bedeutsamen Materialien (Grundsatz- bzw. sog. Strategiepapiere der Regierungsbehörden, Berichte von regierungsberatenden wissenschaftlichen Stellen, Nationale Umweltpläne, Gesetze) herangezogen. Ein zweiter Teil ist den politischen Bemühungen zur Verwirklichung der forschungs- und umweltpolitischen Ziele für eine nachhaltige Entwicklung gewidmet. Dabei werden aus dem Spektrum bereits laufender bzw. kurz vor dem Abschluß stehender sowie zukünftig anvisierter FuE-Vorhaben exemplarisch solche mit einem besonderen Potential hinsichtlich der Unterstützung von **sustainable development** ausgewählt und in ihren Grundzügen skizziert. Darüber hinaus werden weitere Maßnahmen z.B. im ordnungs- und steuerpolitischen Bereich vorgestellt.

## 1. Vereinigte Staaten von Amerika

### Umwelt- und forschungspolitische Prioritäten, Ziele und Leitbilder

#### *Allgemeine forschungs- und umweltpolitische Entwicklungen*

Traditionell stand die Grundlagen- und Verteidigungsforschung im Mittelpunkt der US-amerikanischen FuT-Politik. Mit der Regierungsübernahme durch Bill Clinton fand ein Paradigmenwechsel zugunsten einer stärker industriepolitisch orientierten Technologiepolitik statt. Seitdem hat auch die direkte Förderung von Industrieprojekten einen höheren Stellenwert in der amerikanischen FuT-Politik. Die wichtigsten Korrekturen in der Technologiepolitik seit der Regierungsübernahme sind:

- Erhöhung des Anteils ziviler FuE-Aufwendungen am staatlichen FuE-Budget von 40 % auf mindestens 50 % bis zum Jahr 1998;
- Einrichtung gemeinsam von Industrie und Staat geförderter Programme zur Entwicklung ziviler Schlüsseltechnologien in den Bereichen Elektronik, Automobil und Umweltschutz;
- Unterstützung von kleinen und mittleren Unternehmen;
- Entwicklung eines USA-weiten Hochgeschwindigkeitsnetzwerkes in der Informationstechnologie (**National Information Infrastructure**);
- Nutzung verteidigungsbezogener FuE zur Unterstützung der Entwicklung von "dual-use" Technologien mit Anwendungsmöglichkeiten im Verteidigungs- und Zivilbereich.

Den Grundstein für die US-amerikanische Umweltpolitik legte 1970 der **National Environmental Policy Act**. Aufbauend auf diesem Gesetz fand nach der Regierungsübernahme durch Bill Clinton 1993 eine Neuordnung der Umweltpolitik statt. Das Leitbild einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung wurde - zumindest rhetorisch - aufgegriffen und als politikübergreifendes Ziel formuliert. Eine aktive und anwendungsorientierte Technologiepolitik soll seitdem gleichzeitig den Zielen der Umwelt- und der Wirtschaftspolitik gerecht werden. Die umweltorientierte FuT-Politik wird maßgeblich von den Bundesstaaten mitgetragen. So legen viele der Bundesstaaten eigene Programme im Umweltbereich auf und fördern z.B. Umwelttechnologien durch steuerliche Anreize. Die Realisierung einer an dem Leitbild der nachhaltigen Entwicklung ausgerichteten nationalen Politik wird daher auch nicht unwesentlich von der aktiven Mitwirkung der Bundestaaten abhängen (ISI 1996, S. 23 f.).

Generell ist das Schicksal der umweltorientierten FuT-Politik der derzeitigen Regierung ganz wesentlich mit den Ergebnissen der Haushaltsdebatten verbunden. Solange die konkreten Zielsetzungen und zu ergreifenden Maßnahmen in Richtung nachhaltig zukunftsverträgliche Entwicklung innenpolitisch umstritten sind, bleibt die Erfüllung von langfristigen Visionen im Ungewissen. Kontinuität ist zur Zeit wohl vor allem bei der Exportförderung von Umwelttechnologien zu erwarten, ein Feld auf dem die USA bereits weltweit führend ist (Coenen et al. 1996).

#### *Der National Science and Technology Council - The National Environmental Technology Strategy*

Die politische Neuordnung im Zuge des Regierungswechsels wurde von einer institutionellen Reform begleitet. So wurde im November 1993 der **National Science and Technology Council** (NSTC) gegründet, um unter dem Vorsitz von Präsident Clinton auf Kabinetts-ebene die Wissenschafts-, Weltraum- und Technologiepolitik zu koordinieren und die interdisziplinäre Arbeit zu fördern. Der vom NSTC im Juli 1994 vorgelegte Bericht **Technology for a Sustainable Future - A Framework for Action** legte erstmals die Grundprinzipien einer Environmental Technology Strategy dar (ISI 1996, S. 10):

- Schaffung eines umweltkonformen politischen Ordnungsrahmens
- Erhöhung von Ressourceneffizienz

- Öffentlich-private-Partnerschaften und Bund-Länder-Partnerschaften zur beschleunigten Entwicklung, Kommerzialisierung und Diffusion von Umwelttechnologien
- Verkürzung der Zeitspanne von der Entwicklung bis zur Markteinführung
- Förderung von Umwelttechnologien in Entwicklungsländern

Im Vordergrund dieses politischen Orientierungsrahmens stehen zwei zentrale Zielsetzungen, nämlich die Förderung fortgeschrittener Umwelttechnologien im eigenen Land und die Erschließung neuer Exportmärkte mit eben diesen Technologien. Insbesondere von der Förderung des umwelttechnischen Fortschrittes wird ein wesentlicher Schritt in Richtung nachhaltige Entwicklung erwartet. Des weiteren verspricht man sich von Innovationen auf dem Umwelttechnologiesektor ein wirtschaftliches Wachstum, das zur Sicherung von Arbeitsplätzen, zum Schutz von Umwelt und menschlicher Gesundheit sowie zu Verbesserungen in der Bewahrung natürlicher Ressourcen für heutige und künftige Generationen als dringend notwendig erachtet wird.

Nach breiter Diskussion des Berichtes **Technology for a Sustainable Future** unter Beteiligung gesellschaftlicher Akteure (Kongreß, Bundesstaaten, Gemeinden, Industrie, Wissenschaft, Nichtregierungsorganisationen, interessierte Bürger/innen) wurde im April 1995 unter Federführung des NSTC die **National Environmental Technology Strategy** als langfristige Vision für die nächsten 25 Jahre vorgestellt. Diese als Bericht mit dem Titel **Bridge to a Sustainable Future** präsentierte Strategie stellt weniger einen konkreten Aktionsplan dar, sondern vielmehr eine Vision, wie sich die Vereinigten Staaten in den nächsten 25 Jahren in Richtung **sustainable development** entwickeln und welche Rolle dabei der Staat und die verschiedenen gesellschaftlichen Akteure einnehmen könnten und sollten.

Der Bericht benennt fünf Aktionsbereiche, die im Rahmen der o.g. Diskussion als zentrale Wegbereiter für langfristiges Wirtschaftswachstum und für die Bereitsstellung neuer Arbeitsplätze identifiziert wurden und die eine nachhaltige Entwicklung der Umwelt gewährleisten sollen. Die Aktionsbereiche sind durch folgende Handlungsschwerpunkte charakterisiert (Coenen 1996; NSTC 1995):

- "Performance, Flexibility and Accountability,
- Innovation for Environmental Results,
- Commercialization,
- Sustainable Communities,
- Learning and Working Together."

Insbesondere im Aktionsbereich **Innovation for Environmental Results** wird eine neue innovative Ausrichtung der FuT-Förderung gefordert, um einen Paradigmenwechsel von der nachsorgenden, additiven Umwelttechnik hin zu einer vermeidungsorientierten Technik zu unterstützen, die gekennzeichnet ist von einem geringeren Energie- und Materialeinsatz (Coenen 1996; ISI 1996).

Obwohl der Bericht auch die transnationalen Ursachen und Lösungen für Umweltprobleme anspricht, nimmt er doch eine dezidiert nationale Haltung ein und betont die US-amerikanischen Interessen insbesondere in bezug auf das wirtschaftliche Potential neuer Auslandsmärkte (NSTC 1995, S. 8). Der Begriff **sustainable development** wird an keiner Stelle des Berichts präzise definiert. Ihm scheint ein Verständnis zugrundezuliegen, das vor allem auf das Wohl der eigenen Volkswirtschaft abhebt und mit Entwicklung insbesondere ökonomisches Wachstum meint. Der Bericht enthält einige wenige quantitative Reduktionsziele für das Jahr 2020, so im Bereich der Abfallvermeidung (40-50 %), des Energieverbrauchs (30-40 %) und des spezifischen Materialverbrauchs (20-25 %). Zum Vergleich: Die in den Niederlanden in ihrem nationalen Umweltplan aufgestellten quantitativen Reduktionsziele für das Jahr 2000 liegen demgegenüber bei den meisten Stoffen zwischen 50 und 70 % (ISI 1996, S. 12).

Die **National Environmental Technology Strategy** ist als eine Vision oder ein politischer Orientierungsrahmen zu sehen, zu deren Realisierung die kollektive Anstrengung der staatlichen Organe und der gesellschaftlichen Akteure notwendig sind. Neben einigen bereits laufenden Programmen benennt der Bericht kaum konkrete Maßnahmen, sondern beschränkt sich im wesentlichen auf Absichtserklärungen bzw. formuliert zu ergreifende Initiativen (Coenen 1996).

#### *Sustainable Energy Strategy - Clean and Secure Energy for a Competitive Economy*

Parallel zur Vorlage der **National Environmental Technology Strategy** wurde auch die Energiepolitik neu gefaßt. Mit Blick auf eine nachhaltig zukunftsverträgliche Entwicklung werden drei energiepolitische Ziele formuliert:

- Maximierung der Energieproduktivität zur Stärkung der Wirtschaft (Steigerung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit) und zur Verbesserung des Lebensstandards,
- Vermeidung von Umweltbelastungen bei der Produktion, Verteilung und Nutzung von Energie sowie

- Wahrung der nationalen Sicherheit durch Reduzierung der Abhängigkeit von den Weltenergiemärkten.

Die Entwicklung eines ausgeglichenen nationalen Energieversorgungs-Portfolios soll die Abhängigkeit von Energieimporten reduzieren. Als Teilziele werden im einzelnen genannt: die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit nationaler Ölproduzenten, der Ausbau von "sauberem" und effizient produziertem heimischen Erdgas, die Weiterentwicklung erneuerbarer Energiequellen (bspw. Windenergie und Photovoltaik), die Reduzierung der Umweltwirkungen von Kohle sowie das Festhalten an der Kernenergie (ISI 1996, S. 22 f.).

*Bericht des President's Council on Sustainable Development (PCSD)*

Als Folge der international erhobenen Forderungen nach neuen, nachhaltigen Entwicklungsmodellen, wurde im Juni 1993 mit dem **President's Council on Sustainable Development (PCSD)** ein Gremium geschaffen, das zukünftige nachhaltige Wege und Leitbilder für die USA aufzeigen soll und den Präsidenten mit Blick auf das Ziel **sustainable development** berät. Der PCSD besteht aus 25 hochrangigen Vertretern/innen aus Politik, Industrie und anderen Nichtregierungsorganisationen. Aufgabe des PCSD ist es, einen grundlegenden Prozeß der Bewußtseinsveränderung zu initiieren, der die Lebenschancen zukünftiger Generationen bei der heutigen Gestaltung der Gesellschaft mitberücksichtigen soll. Auf diese Weise soll sich eine nationale **Sustainable Development-Aktionsstrategie** zur Verstärkung ökonomischer Vitalität und zur Integration von Wirtschafts- und Umweltpolitik entwickeln. Im Dekret des Präsidenten zur Errichtung des PCSD wird **sustainable development** allgemein als eine Form des wirtschaftlichen Wachstums definiert, "das gegenwärtigen und zukünftigen Generationen nutzt, ohne die Ressourcen der biologischen Systeme des Planeten schädlich zu beeinflussen" (ISI 1996, S. 14 f.).

In den vom PCSD aufgestellten 15 Prinzipien für eine nachhaltige zukunftsverträgliche Entwicklung wird auch der FuT-Politik eine wichtige Funktion zugesprochen (PCSD 1993): "Advances in science and technology are beneficial, increasing both our understanding and range of choices about how humanity and the environment relate. We must seek constant improvements in both science and technology in order to achieve eco-efficiency, protect and restore natural systems and change consumption patterns."

Im März 1996 wurde vom PCSD ein Bericht präsentiert, in dem konkrete nationale Ziele und Leitbilder einer "nachhaltigen USA" vorgestellt werden.

Die Ziele sind qualitativer Art und beschränken sich nicht auf den Umweltbereich sondern beziehen alle politischen Bereiche ein. Entsprechend sind die im Bericht formulierten Empfehlungen für eine Umsetzung des Konzeptes gleichermaßen an die Adresse von Politik, Wirtschaft und Wissenschaft gerichtet.

In der im Bericht unternommenen Analyse der Voraussetzungen der US-amerikanischen Gesellschaft für einen Richtungswechsel hin zu **sustainable development** wird das für einen gesellschaftlichen Wandel bedeutende Potential technologischer Innovationen betont. Vor diesem Hintergrund werden die Anstrengungen im FuT-Bereich als inzwischen wichtigste und dynamischste Ressource im Rahmen ökonomischer Entwicklung bewertet (Krings 1996; PCSD 1996).

Im Bericht werden für 10 gesellschaftliche Bereiche nationale qualitative Nachhaltigkeitsziele aufgestellt und Prüfindikatoren für die Zielerfüllung vorgeschlagen (Council Report 1996; Krings 1996):

- **Gesundheit und Umwelt** (Ziel: Zugang zu und Gewährleistung von gesunder Umwelt für jede Person in allen Lebensbereichen; zentraler Indikator: Zahl der ungesunden Umweltbedingungen ausgesetzten Bürger/innen)
- **Ökonomischer Wohlstand** (Ziel: nachhaltiges Wirtschaftswachstum in einem sinnvollen Ausmaß zur Schaffung von Arbeitsplätzen, Verringerung von Armut und Gewährleistung einer hohen Lebensqualität; zentrale Indikatoren: Ressourcenverbrauch, externe Kosten des Wirtschaftens)
- **Soziale Gerechtigkeit** (Ziel: Möglichkeit zum Erreichen ökonomischer und sozialer Sicherheit sowie zum Leben in gesunder Umwelt für jede/n; Indikatoren: Unterschiede zwischen arm und reich, unterschiedliche soziale Betroffenheit durch Umweltschäden)
- **Bewahrung der Natur** (Ziel: Vereinbarkeit von Nutzung, Schutz und Wiederherstellung natürlicher Ressourcen mit den diesbezüglichen Ansprüchen und Rechten zukünftiger Generationen; Indikatoren: Zustand der Natur auf lokaler und regionaler Ebene, Beitrag der USA zum Schutz der weltweiten Natur)
- **Verantwortungsethik** (Ziel: Schaffung einer Verantwortungsethik für den bewußten und schonenden Gebrauch der Umwelt; Indikatoren: effizienter und verantwortungsbewußter Ressourcenverbrauch - Recycling, Abfallvermeidung, Reduktion von Energieverbrauch, erneuerbare Ressourcen)
- **Nachhaltige Städte und Gemeinden** (Ziel: Schaffung gesunder Kommunen (z.B. Erhalt natürlichen und kulturellen Erbes, Vorhandensein von genügend Arbeitsplätzen, umweltverträgliche Infrastrukturen); Indikatoren: lo-

kale Beschäftigungsraten, Kriminalitätsraten, Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel, Obdachlosenrate, Kindersterblichkeit u.a.)

- **Ziviles Engagement und Partizipation** (Ziel: Ermöglichung von Mitwirkungsformen für Bürger/innen, Unternehmen und Gemeinden bei sie betreffenden umweltpolitischen oder ökonomischen Entscheidungen; Indikatoren: Politische Beteiligung, Effektivität von politischen Instrumenten bei Erhalt individueller Initiative und Kreativität)
- **Bevölkerung** (Ziel: Stabilisierung des Wachstums der US-amerikanischen Bevölkerung; Indikatoren: Bevölkerungszahl, sozialer und ökonomischer Status von Frauen, Zahl der unbeabsichtigten Schwangerschaften, Anzahl illegal Einwandernder)
- **Internationale Verantwortung** (Ziel: Übernahme einer Führungsrolle bei der Entwicklung und Implementation globaler Nachhaltigkeitspolitiken; Indikatoren: Umfang der generellen und umweltschutzbezogenen Entwicklungshilfe, Ausgaben für Global Change-Forschung)
- **Bildung** (Ziel: gleichberechtigter Zugang aller Bevölkerungsschichten zu den Bildungsinstitutionen, Integration des Konzeptes sustainable development in die Erziehungsinhalte; Indikatoren: keine Vorschläge)

Der Bericht des PCSD geht in bezug auf Forschung und Entwicklung, wobei die technische Effizienzsteigerung bei der Nutzung und beim Schutz natürlicher Ressourcen sowie die weltweite Diffusion dafür notwendiger umweltverträglicher Technik im Vordergrund steht, in seinen Empfehlungen weitgehend konform mit dem zeitgleich entstandenen Regierungsprogramm **National Environmental Technology Strategy** (NSCT 1995). Dies wird verständlich angesichts der Parallelität des organisatorischen Vorgehens sowie einer substantiellen personellen Identität beider dafür verantwortlicher Gremien. Ein Verdienst des PCSD-Berichtes liegt darin, daß qualitative Nachhaltigkeitsziele und -indikatoren für alle gesellschaftlichen Bereiche erarbeitet und Maßnahmen zur Einleitung einer nachhaltigen Entwicklung in diesen Bereichen vorgeschlagen werden. Allerdings sind weder quantitative (Reduktions-)Ziele, noch ein Zeitrahmen für die zu erreichenden Ziele genannt. Die internationale Verteilungsproblematik wird lediglich gestreift. Die zur Beurteilung der Zielerfüllung in den einzelnen gesellschaftlichen Bereichen vorgeschlagenen Indikatoren werden vom PCSD selbst als vorläufig und ergänzungsbedürftig eingeschätzt. Die ausgesprochenen Empfehlungen haben entsprechend eher den Charakter von Postulaten als von konkreten Maßnahmen. Es wird darüber hinaus keine Priorisierung der diskutierten Maßnahmen bzw. Instrumente vorgenommen und nicht

ausgeführt, wo innerhalb des Produktions- und Konsumsystems anzusetzen wäre (ISI 1996, S. 18; Krings 1996).

## Forschungs- und umweltpolitische Maßnahmen und Programme

### *Nationale (Forschungs-)Programme und Maßnahmen im Umweltbereich*

Als wichtiges politisches Instrument sieht die Regierung die Förderung der Umweltsystemforschung herausgestellt, da sie die Grundlagen zu informierten Entscheidungen für Maßnahmen in Richtung nachhaltige Entwicklung liefert. Die Schwerpunkte werden gesetzt auf (ISI 1996, S. 18 f.):

- Ökosystemforschung als Wissensbasis zur nachhaltigen Nutzung von Ökosystemen;
- Management von Umwelterkundung und -daten für effiziente Messungen und Verfügbarkeit aussagefähiger und normierter Daten (etwa die Hälfte des Gesamtbudgets für Ökosystemforschung geht an die NASA für Erderkundung);
- Risikoanalyse mit einer breiten Palette von Forschungsfeldern (Methodik der Risikoforschung, menschliche und ökologische Wirkungsmechanismen und Streßindikatoren);
- Sozioökonomische Dimensionen der Umweltveränderung.

Zur gezielten Förderung von Umwelttechnologien - wobei letztlich alle Technologien gemeint sind, die Umweltrelevanz aufweisen - gibt es seit 1994 ein interministerielles Rahmenprogramm **Environmental Technology Initiative (ETI)**. Das Programmpaket - geplanter Haushalt für 1997: 72 Mio. US\$ - umfaßt vier Bereiche (ISI 1996, S. 19 f.):

- Umweltschutz- und Sanierungstechnologien: FuE, Erprobung und Bewertung
- Clean Technology for Small Business: Förderung von produktionsintegriertem Umweltschutz in kleinen Unternehmen durch eine entsprechend dafür ausgerichtete Technologieinfrastruktur
- Technology for International Environmental Solutions (U.S. TIES): Förderung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der US-Umwelttechnologie und des Exports von **green technologies**

- Schwachpunkte, Hemmnisse und Anreize (**Gaps, Barriers and Incentives**): Identifikation von Handlungsbedarf sowie Entwicklung von Konzepten für innovationsfreundliche Rahmenbedingungen im Umweltschutz

Als Teil der **Environmental Technology Strategy** soll eine im Jahr 1995 eingerichtete interministerielle **Rapid Commercialization Initiative** (RCI) die Umsetzung von Technologien in die Anwendung beschleunigen. Das kurzfristige Ziel von RCI ist, Technologieanbieter in einer konzertierten Aktion von Bundes- und Bundesstaatenbehörden bei der Durchführung von Modellvorhaben zu unterstützen und deren Leistungsfähigkeit und Kosten zu zertifizieren. Längerfristige Ansätze liegen in der Schaffung von mehr Markttransparenz und in der verbesserten Abstimmung unter den Bundesstaaten.

Für eine Verbesserung und Neugestaltung der Zusammenarbeit zwischen Bundesregierung und Bundesstaaten ist das im Mai 1995 vorgelegte Konzept **National Environment Partnership System** verantwortlich. Die Partnerschaft soll die Eigenverantwortung der Staaten stärken und die Aufsichtsfunktionen der Environmental Protection Agency (EPA) - das wichtigste Exekutivorgan der Umweltpolitik mit Regelungs- und Vollzugskompetenzen - auf ein notwendiges Minimum beschränken. Ein Element dieses Systems ist die verbindliche Festlegung von Umweltschutzzielen im **National Environmental Goals Project**, wobei man sich auf nationale und gemeinsame regionale Umweltziele sowie auf einen Fundus von Indikatoren verständigt hat, der eine gemeinsame Basis zur Bewertung von Ist-Zuständen und für die Programmevaluation absteckt.

Eine neue auf Konsensbildung zwischen privaten und öffentlichen Akteuren und Deregulierung ausgerichtete Initiative, die **Common Sense Initiative** (CSI), sucht nach innovativen Wegen im Umweltschutz. Es sollen Ideen entwickelt werden, wie kompliziertes und widersprüchliches Regelwerk in verständliche und konsensfähige Umweltschutzstrategien umzusetzen ist, die Vorsorge, Flexibilität und Innovation gewährleisten (ISI 1996).

#### *Aktivitäten der Bundesstaaten*

Die nationalen Umweltprogramme orientieren sich in den USA traditionsgemäß am Schadstoffausstoß in ein bestimmtes Medium - Luft, Wasser oder Boden. Für die Inanspruchnahme der jeweiligen Medien werden marktfähige Rechte (Zertifikate) innerhalb von räumlichen Emissionshöchstgrenzen vergeben. Der Schadstoffausstoß in jedes Medium wird kontrolliert. Obwohl dieser Ansatz die Umweltbedingungen signifikant verbessert hat, wird Kritik an dem Wirkungs-

grad geübt. Die Kritik richtet sich primär dagegen, daß mit dieser Maßnahme weiterhin "End-of-Pipe"-Lösungen gefördert würden.

Alternative Ansätze werden von den Umweltbehörden in Massachusetts, New York und New Jersey verfolgt. Anstelle eines medienspezifischen Ansatzes wird integriertes Umweltmanagement betrieben. Die genannten Bundesstaaten wenden dabei unterschiedliche Systeme eines integrierten Umweltmanagements an, das Industrieanlagen als Ganzes einschließlich aller Verschmutzungsquellen betrachtet (ISI 1996, S. 23 ff.).

Um die Kooperation der Bundesstaaten untereinander zu fördern, haben Kalifornien, Illinois, Massachusetts, und New Jersey eine Absichtserklärung zur Kooperation bei der Nutzung und Förderung von Umwelttechnologien unterzeichnet. Seit dem Frühjahr 1995 tragen ebenfalls die Bundesstaaten Pennsylvania, Ohio und Texas dieses **Memorandum of Understanding for the Evaluation and Promotion of Environmental Technologies** mit.

Mit dem gleichen Ziel haben die westlichen Bundesstaaten 1994 die **Interstate Technology and Regulatory Cooperation Working Group (ITRC)**, der inzwischen 25 Bundesstaaten angehören, gegründet. Die Bundesregierung ist mit Vertretern unterschiedlicher Behörden ebenfalls präsent. Ziel der Arbeitsgruppe ist der beschleunigte Einsatz von Technologien zur Altlastensanierung durch gegenseitige Anerkennung von Testergebnissen.

## 2. Japan

### Umwelt- und forschungspolitische Prioritäten, Ziele und Leitbilder

#### *Allgemeine umwelt- und forschungspolitische Entwicklungen*

In kaum einem anderen Land wird der Forschungs- und Technologiepolitik eine ähnlich große Bedeutung wie in Japan beigemessen. Forschungsstrategische Überlegungen und Fragen der Technologieförderung spielen mittlerweile in nahezu allen Politikbereichen eine zentrale Rolle. Politische Maßnahmen werden stets auf ihre Vereinbarkeit mit den Zielen der FuT-Politik überprüft. Dies gilt in den letzten Jahren insbesondere für die Ziele der Umweltpolitik (ISI 1996, S. 29). Geprägt durch die Ergebnisse von Rio fand 1993 eine umfassende und ressortübergreifende Revision der japanischen Forschungsprogrammatisierung statt.

Damit war allerdings kein grundlegender Paradigmenwechsel in der Forschungspolitik verbunden.

Mehr als 70 % der FuE-Aktivitäten werden von der privaten Wirtschaft finanziert und durchgeführt. Sie sind überwiegend anwendungsorientiert. Dies gilt auch für umweltorientierte FuE. Die japanische Regierung sieht ihre Rolle weniger in der direkten Förderung von Projekten, sondern primär als Moderatorin, die private Forschungsaktivitäten nach Maßgabe gemeinsam definierter langfristiger Ziele anregt und koordiniert. Zwei Instrumente wirken hierbei richtungsweisend: die Delphi-Befragung der **Science and Technology Agency (STA)** und die Konsultationen des **Ministry of Trade and Industry (MITI)**.

Über den engen Dialog zwischen Regierung und Privatwirtschaft haben Aspekte einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung zu Beginn der 90er Jahre Eingang in die Forschungspolitik gefunden. So findet sich der Ansatz der "Nachhaltigkeit" in den langfristigen Visionen des MITI für die Forschungspolitik der 90er Jahre. Neben der Stärkung von Grundlagenforschung, der Förderung internationaler FuE-Kooperationen und der Technologieentwicklung zur regionalen Vitalisierung bildet die Entwicklung einer FuE, die den Anspruch verfolgt, menschliche Aktivitäten und Natur zu versöhnen, einen der vier Schwerpunkte künftiger FuE-Politik (ISI 1996).

Bereits im Vorfeld der Rio-Konferenz hat die japanische Regierung ihre Umweltpolitik insbesondere im Bereich globaler Fragestellungen wie z.B. Klimaschutz intensiviert. Im Mai 1989 wurde ein **Council of Ministers for Global Environment Conservation** mit dem Anspruch eingerichtet, verstärkt die staatlichen Umweltschutzaktivitäten zu koordinieren. Im Jahr darauf stellte er erste Ausarbeitungen vor, das **Comprehensive Promotion Program for Global Environment Research, Monitoring and Technology**.

Durch Verstärkung der Forschungsbemühungen erhofft sich die japanische Regierung eine Harmonisierung von Wirtschaftswachstum und Umweltschutz. Die Regierung hat in verschiedenen offiziellen Verlautbarungen die Bereitschaft geäußert, nachhaltige Entwicklung in Japan zu initiieren. Beispielsweise sollen die Umweltziele der Klima-Konvention erfüllt werden, und im Aktionsprogramm **New Earth 21** aus dem Jahre 1995 ist eine Reihe qualitativer Langzeitziele für die FuT-Politik formuliert wie die Förderung

- weltweiter Energieeinsparung,
- sauberer Energien,
- innovativer Umwelttechnologien, CO<sub>2</sub>-absorbierender Quellen und
- Energietechnologien der "nächsten Generation" (AIST 1995; ISI 1996, S. 37).

Die Formulierung eines Leitbildes **sustainable growth**, das die Energieproduktivität ins Zentrum japanischer FuT-Politik stellt, macht eine insbesondere auf ökonomisch-technische Effizienz ausgerichtete Interpretation des Nachhaltigkeitskonzeptes deutlich. Angesichts der besonderen Abhängigkeit Japans von Energieimporten (80 %) und des entsprechend bereits seit den 60er Jahren aufgestellten Zieles ihrer Reduktion wird dieses Leitbild der FuT-Politik verständlich.

### **Forschungs-und umweltpolitische Maßnahmen und Programme in Richtung nachhaltige Entwicklung**

#### *Forschungsprogrammatik des Ministry of Trade and Industry (MITI)*

Als Folge der Reorganisation sind die sechs Forschungsprogramme des MITI nun in zwei übergeordnete Programme integriert: das **Industrial Science and Technology Frontier Program (ISTFP)** und das **New Sunshine Program (NSS)** (Tab. 1).

Tab. 1: MITI-Forschungsprogramme und Projekte seit 1993

<i>The Industrial Science and Technology Frontier Program</i>	<i>The New Sunshine Program</i>
Large-Scale Project - The National R&D Program (1966)	The Sunshine Project - R&D on New Energy Technology (1974)
The R&D Program on Medical & Welfare Equipment Technologies (1976)	The Moonlight Project - R&D on Energy Conservation Technology (1978)
The R&D Program on Basic Technologies for Future Industries "Jisedai" (1981)	Global Environmental Technology Program (1989)

Quelle: Watanabe 1995, nach ISI 1996, S. 35

Die FuE-Aktivitäten im ISTFP fördern im wesentlichen die Grundlagenforschung. Als sog. **mission-oriented** Programme sollen sie sich am gesellschaftlichen Bedarf orientieren. Folgende Forschungsfelder werden abgedeckt:

- Neue Materialien
- Biotechnologie/Chemie

- Elektronik/Information/Kommunikation
- Maschinenbau/Luftfahrt
- Mensch, Leben und Gesellschaft
- Natürliche Ressourcen
- Medizin und Wohlfahrt

Bis zum Jahr 1992 wurde der Großteil der Fördersummen im Bereich Maschinenbau/Luftfahrt und Elektronik/Information/Kommunikation (knapp 50 %) zur Verfügung gestellt (ISI 1996, S. 36).

Das **New Sunshine Program** mit den Forschungsfeldern "Neue Energien", "Energie-Erhaltung" und "Umweltschutz" soll dazu beitragen, Energieknappheit und Umweltbelastung zu mindern. Von den Mitteln für Umweltschutz entfallen drei Viertel auf das **Global Environmental Technology Program**". In der Zielformulierung für NSS wird ein Bezug zum Konzept der Nachhaltigen Entwicklung hergestellt: "this program aims at a comprehensive approach for overcoming global energy and environmental constraints while maintaining sustainable growth ..." (AIST 1995). In diesem Zusammenhang wird in erster Linie an die Steigerung der Energieeffizienz und den Ausbau alternativer bzw. erneuerbarer Energiequellen gedacht (ISI 1996).

*Gesetze zur Förderung der "Nachhaltigen Entwicklung": Basic Environment Law, Basic Environment Plan, The Science and Technology Basic Law*

Im Anschluß an die Rio-Konferenz trat am 13. November 1993 ein neues Umweltgesetz - das **Basic Environment Law** - in Kraft, um eine maßvolle und systematische Politik zum Schutz und Erhalt der Umwelt zu befördern. Als die drei zentralen längerfristigen Politik-Ziele werden formuliert (The Government of Japan 1993):

- Erhalt der Umwelt als Grundlage menschlichen Überlebens zur Bewahrung eines gesunden und kultivierten Lebens für jetzige und spätere Generationen;
- Harmonisierung von Umwelt und Wirtschaft, d.h. Gewährleistung von sustainable development durch die Förderung einer gesunden wirtschaftlichen Entwicklung mit reduzierter Umweltbelastung;
- globaler Umweltschutz durch internationale Kooperation und Wissenstransfer.

Nach dem **Basic Environment Law** sind ergänzend zum **Basic Law for Environmental Pollution Control** aus dem Jahr 1967 folgende Maßnahmen zu ergreifen (ISI 1996, S. 33 f.):

- Durchführung von Umweltverträglichkeitsprüfungen
- wirtschaftliche Maßnahmen
- Förderung von Einrichtungen und Projekten zur Umwelterhaltung
- Förderung der Nutzung umweltschonender Produkte
- Umweltaufklärung
- Förderung freiwilliger privater Aktivitäten
- FuE-Förderung
- internationale Kooperation
- Technologietransfer zu den Entwicklungsländern

Das neue Umweltgesetz verpflichtete die japanische Regierung ferner, einen **Basic Environment Plan** aufzustellen, der konkrete Schritte zur nachhaltigen Entwicklung aufzeigen und das Aktionsprogramm **To Arrest Global Warming** von 1989 integrieren soll. Das im Zuge der Rio-Konferenz aufgelegte Aktionsprogramm enthält neben Maßnahmen zur Einschränkung von CO<sub>2</sub>-Emissionen und Treibhausgasen u.a. Vorschläge, wie das öffentliche Bewußtsein für die Problematik der globalen Klimaveränderung erhöht, die Forschung, Beobachtung und Überwachung sowie die internationale Zusammenarbeit in diesem Bereich verstärkt werden können (ISI 1996).

Ein Jahr nach Inkrafttreten des **Basic Environment Law** wurde der **Basic Environment Plan** vorgelegt, mit dem Ziel, die Schritte für eine nachhaltig zukunftsverträgliche Entwicklung zu operationalisieren. Der Plan entstand unter der Mitwirkung aller Ministerien und Behörden und stellt für vier langfristige Ziele - "gesunde" Stoffkreisläufe, harmonische Koexistenz von Mensch und Natur, Einbeziehung aller gesellschaftlicher Gruppen und Förderung internationaler Aktivitäten - ein Maßnahmenbündel vor. Neben regulatorischen Maßnahmen werden u.a. genannt das **Environmental Impact Assessment** (Umweltverträglichkeitsprüfung) für Regierungspolitiken und die Planungsebene, Forschung, Monitoring und Entwicklung sowie Förderung im Bereich Umwelttechnologien, Aufbau eines Umweltinformations- und Umweltanalysesystems (The Government of Japan 1994). Die politische Unverbindlichkeit dieser Maßnahmen wird von verschiedenen Seiten kritisiert. Beispielsweise beurteilen japanische Umweltverbände den Plan sowohl von der Zielformulierung - es gibt keine quantitativen Reduktionsziele - als auch von den Umsetzungsvorschlägen her als zu wenig konkret und handlungsrelevant (ISI 1996).

Ende 1995 wurde mit dem **Science and Technology Basic Law** ein Gesetz vorgelegt, das, beeinflusst von den Ergebnissen der Rio-Konferenz, Grundzüge der Förderung von Wissenschaft und Technologie festlegt. In einem jährlich zu erstattenden Bericht zur Förderung von Wissenschaft und Technologie (Art. 8) und mittels eines "Grundlagenplans" (Art. 9) soll ein höherer Standard von Wissenschaft und Technologie (Art. 1) in Japan erreicht werden. Mit Hilfe des Gesetzes sollen "Wirtschaft und Gesellschaft in Japan weiterentwickelt, die nationale Wohlfahrt vermehrt sowie zum Fortschritt von Wissenschaft und Technologie und zur nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung der menschlichen Gesellschaft beigetragen werden" (Art. 1). Entsprechend seiner Rolle als "Rahmengesetz" für Forschung und Technologie wird weniger auf inhaltliche Schwerpunkte der FuT-Politik eingegangen als auf Grundsätze staatlicher Intervention im Bereich Forschung und Technologie (ISI 1996, S. 36 ff.).

### 3. Schweden

#### Umwelt- und forschungspolitische Prioritäten, Ziele und Leitbilder

##### *Allgemeine umwelt- und forschungspolitische Entwicklungen*

Im Vergleich zu anderen Ländern war die schwedische Umweltpolitik bereits in den 60er Jahren ausgesprochen fortschrittlich. Um der besonderen Tragweite von Umweltproblemen gerecht zu werden, wurde im Jahr 1969 ein Umweltgesetz verabschiedet und so die Bewältigung insbesondere der industriebedingten Umweltverschmutzung auf eine legale Basis gestellt. Auch eine systemorientierte Betrachtung, die die gesamte Gesellschaft und alle wissenschaftlichen Disziplinen integriert, wurde sehr frühzeitig als eine wesentliche Voraussetzung zur Überwindung der komplexen Umweltprobleme moderner Gesellschaften erkannt.

Allerdings gab es über Jahre hinaus erhebliche Auseinandersetzungen zwischen den verschiedenen Ministerien über den geeigneten Weg und die effektivsten Elemente und Instrumente einer nachhaltig wirksamen Umweltpolitik. In dem Maße, in dem die schwedische Industrie und die Regierung zusehends ökonomische Chancen einer an nachhaltiger Entwicklung orientierten Wirtschafts- und Lebensweise erkennen, erhöht sich auch die Bereitschaft zu gemeinsamen politischen Initiativen für eine Realisierung von sustainable deve-

lopment (Dreborg/Wahlström 1996). Der Forschung und Wissenschaft wie überhaupt der FuT-Politik wird dabei eine nicht unwesentliche Rolle zugesprochen. So gilt weitere Forschung als unverzichtbar für die Entwicklung neuer umweltschonender Produkte, Materialien und Verfahren. Jedoch wird den Veränderungen von Lebensgewohnheiten und damit den Sozial- und Humanwissenschaften eine mindestens ebenso große Bedeutung bei der Bewältigung der Umweltproblematik in Richtung **sustainable development** beigemessen.

Das zeigt sich auch in der Anfang 1990 gegründeten **Foundation for Strategic Environmental Research (MISTRA)**, die seit Ende 1995 jährlich 250 Mio. SEK (ca. 53 Mio. DM) für Forschungen zu **sustainable development** bereitstellt, darunter insbesondere auch zu sozio-ökonomischen Fragestellungen.

Die schwedische Regierung legt bei ihren Initiativen zur Überwindung von Umweltproblemen großen Wert auf eine systemorientierte Herangehensweise. Besonders deutlich findet sich diese Sicht im Kreislaufwirtschaftsgesetz aus dem Jahr 1993 wieder, mit dessen Implementierung es gelingen soll, Restabfälle so in die Natur zurückzugeben, daß sie dort vom natürlichen Kreislauf absorbiert werden können. Den Produzenten/innen schreibt das Gesetz die volle Verantwortung für ihre Produkte bis zur (schließlichen) Deponierung zu. Durch Einbeziehung aller gesellschaftlichen Gruppen sollen die Materialströme vom Produktionsprozeß bis zum letzten Verbrauch geschlossen werden; langfristig wird eine **ecocycle society** angestrebt. Für die Industrie ist die Einführung des Gesetzes mit einer erheblichen Veränderung ihres Ressourcenmanagements verbunden. Dies betrifft in erster Linie die Wahl der "richtigen" Rohstoffe, die Erhöhung der Ressourceneffizienz und des Recyclinganteils sowie die Wiedergewinnung von Rohstoffen (ISI 1996, S. 46 u. 48).

Die Förderung technischer und industrieller Entwicklung mit hohem Anwendungsbezug für die schwedische Industrie wird von der dem Wirtschaftsministerium nachgeordneten Behörde **Swedish National Board for Industrial and Technical Development (NUTEK)** wahrgenommen. Eine zentrale Aufgabe von NUTEK ist es, für eine sichere, effiziente und umweltfreundliche Energieversorgung zu sorgen. Entsprechend liegen die Forschungsschwerpunkte in der Entwicklung von Energietechnik, Energieversorgungstechnologien und energieeffizienteren Produkten sowie rationeller Energieverwendung.

#### *Forschungs- und umweltpolitische Ziele in Richtung nachhaltige Entwicklung*

Die politischen Schwerpunkte der Umweltpolitik haben sich innerhalb der letzten 25 Jahre von nachsorgenden **End-of-the-pipe**-Maßnahmen über **input**

management und Recycling bis hin zum *ecocycle*, in dessen Zentrum eine erweiterte Produzentenhaftung steht, verschoben (Swedish Ministry of the Environment and Natural Resources 1994).

Tab. 2: Umweltpolitische Reduktionsziele in Schweden bis zum Jahr 2000

<i>Betroffener Bereich</i>	<i>Reduktionsziel</i>
<i>Klima</i>	
CO <sub>2</sub> -Emissionen aus fossilen Brennstoffen	Stabilisierung auf dem Niveau von 1990 (wird vermutlich nicht erreicht)
Methanemissionen aus Deponien	ab 1990 um 30 %
FCKWs	Ausstieg bis 1994 ist (für neue Produktion) bereits erreicht
<i>Übersäuerung</i>	
Schwefel-Emissionen	Reduktion der 1980er Werte um 80 % (ist bereits erreicht)
Stickstoffoxid-Emissionen	Reduktion zwischen 1980 und 1995 um 30 % (wurde nicht erreicht)
<i>Erhalt städtischer Regionen</i>	
Emissionen von Schwefeldioxid, Ruß und Kohlenmonoxid	Reduktionsziele sind heute bereits erreicht
Stickstoffoxid-Emissionen	Reduktionsziel ist nur in kleinen Ballungsräumen erreicht (s.o.)
<i>Eutrophierung</i>	
Phosphor-Abwässer	Reduktion der 1980er Werte um 50 % (ist bereits erreicht)
Nitrat-Abwässer	Reduktion der 1980er Werte um 50 %
<i>Erhaltung von Natur</i>	
Emissionen organischer Verbindungen	Reduktion der 1988er Werte um 50 % (wird vermutlich nicht voll erreicht)
Pestizide	Reduktion um 50 %
Schwermetall-Emissionen	Außer für Nickel und Cadmium werden die Reduktionsziele erreicht
Erhaltung repräsentativer Gebiete typischer Naturräume	Hier sind noch erhebliche Anstrengungen zu unternehmen

Quelle: ISI 1996, S. 47

Neben den in Vorbereitung auf die Rio-Konferenz aufgestellten konkreten CO<sub>2</sub>-Minderungszielen im Rahmen einer neuen Klimapolitik hat die schwedische Regierung im Laufe der folgenden Jahre Reduktionsziele auch für eine Reihe anderer Stoffe und Emissionen festgelegt (Tab. 2). Weitere quantitative Reduktionsziele finden sich im Kreislaufwirtschaftsgesetz von 1993 (*ecocycle bill*) und im Bereich des Verpackungsmülls.

### **Forschungs- und umweltpolitische Maßnahmen in Richtung nachhaltige Entwicklung**

Neben konkreten Reduktions- und Recyclingzielen setzt die schwedische Regierung zur Realisierung nachhaltiger Entwicklung auf einen breiten gesellschaftlichen Dialog, staatliche Nachfrage (**green procurement policy**) und marktkonforme Steuerungsmechanismen wie freiwillige Selbstverpflichtungen der Industrie, Öko-Labeling und Öko-Audits sowie das Steuer- und Abgabensystem zur Reduzierung von Emissionen aus dem Energie- und Verkehrssektor (ISI 1996, S. 44).

#### *Klimapolitische Maßnahmen*

Die schon 1988 eingeleiteten klimapolitischen Maßnahmen wurden nach der Rio-Konferenz in ein vom Parlament verabschiedetes Klimaschutzprogramm integriert. In diesem Programm sind konkrete Reduktionsziele bis zum Jahr 2000 für verschiedene klimarelevante Stoffe festgeschrieben (Tab. 2). Zur Realisierung dieser Ziele wurde u.a. die Einführung von Maßnahmen zur Einschränkung der Nachfrage nach fossilen Brennstoffen, zur Substitution durch erneuerbare Energien, zur Verbesserung des Energiemanagements und zur Erhöhung der Energieeffizienz gefordert. Heute ist bereits absehbar, daß eine Reduzierung dieser Emissionen nur über zusätzliche Maßnahmen erreicht werden kann. So werden im Energiesektor Forschungsprojekte im Bereich der Erhöhung der Energieeffizienz und alternativer Brennstoffe (Bio-Brennstoffe) gefördert. Daneben sind weitere Finanzhilfen auf dem Gebiet erneuerbarer Energien (Wind- und Solarenergie) und des Energiemanagements geplant. Die FuE-Vorhaben im Verkehrsbereich konzentrieren sich auf die Reorganisation des Transportsystems sowie auf die Entwicklung neuer Fahrzeuge (hybride und elektrische Fahrzeuge) und emissionsarmer Treibstoffe (ISI 1996, S. 45).

Die Einführung von Umwelt-Steuern im Verkehrs- und Energiesektor im Zuge einer umfangreichen Steuerreform 1991 hatte in Schweden bereits nach kurzer Zeit einen signifikanten Rückgang bei den Schadstoffemissionen zur Folge. Unterstützt durch den gleichzeitigen Einsatz weiterer umweltpolitischer Maßnahmen (u.a. Information, Beratung, Demonstrationsvorhaben, Investitionszuschüsse) sind Entwicklungen wie das erhöhte Umweltbewußtsein und -verhalten von Verbraucher/innen sowie die verstärkten Anstrengungen der Industrie bei der Entwicklung umweltfreundlicherer Produkte durchaus als Erfolg dieser "Umweltsteuern" zu verbuchen.

Entsprechend ihrer globalen Mitverantwortung zum Erreichen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung hat die schwedische Regierung darüber hinaus Initiativen ergriffen, um in den baltischen und osteuropäischen Staaten sowie in Afrika flankierende Maßnahmen zur weiteren Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen zu finanzieren (ISI 1996, S. 55).

#### *Forschungsgesetz und Umweltforschung*

Im Jahr 1990 hat das schwedische Parlament ein Forschungsgesetz verabschiedet, das u.a. dazu beitragen soll, eine nachhaltig zukunftsverträgliche Entwicklung einzuleiten. Angesichts der Komplexität von Umweltthemen betont das Gesetz die Bedeutung systemorientierter Forschungsansätze und einer interdisziplinären Vorgehensweise. Die Integration technischer, ökonomischer, sozialer, medizinischer und rechtlicher Fragestellungen werden als Schlüsselemente für eine nachhaltig zukunftsverträgliche Entwicklung genannt: "The requirements for an environmentally adapted and sustainable development are a challenge to the natural, technical and social sciences" (The Swedish Government 1990).

Die öffentliche Finanzierung von Umwelt-FuE mit rund 400 Millionen SEK (ca. 85 Mio. DM) im Haushaltsjahr 1993/94 entspricht dem innerhalb der letzten Jahre ständig gestiegenen (politischen) Interesse an Ergebnissen aus umweltrelevanter Forschung und Umwelttechnologien. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß sich der aus öffentlichen Quellen finanzierte Betrag für Umwelt-FuE durch den Beitritt zur Europäischen Union und die Gründung der Stiftung für strategische Umweltforschung sogar noch weiter auf 500-600 Mio. SEK (ca. 106,5 bis 128 Mio. DM) jährlich erhöhen wird (ISI 1996, S. 48 f.).

Im Hinblick auf den für eine nachhaltig zukunftsverträgliche Entwicklung notwendigen Forschungsbedarf wurde unter Koordinierung der Environmental Protection Agency mit Beteiligung mehrerer Ministerien ein inoffizielles Ar-

beitspapier mit dem Titel **R&D for a Better Environment 1996** verfaßt. Danach sind folgende Forschungsbereiche prioritär zu behandeln:

- Wissensbasis für die Verwirklichung einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung
- zukunftsverträgliche Nutzung von Boden, Meeren und Energie
- zukunftsverträgliche Stadtentwicklung
- zukunftsverträgliche Transportsysteme
- zukunftsverträgliche/r Produktion/Konsum

Die interministerielle Arbeitsgruppe schlägt weiterhin vor, bei der Forschungsförderung auf die Integration sozio-ökonomischer Aspekte und eine systemorientierte Vorgehensweise zu achten sowie die überregionale, europäische bzw. internationale Perspektive weiter zu stärken (ISI 1996).

## 4. **Niederlande**

### **Umwelt- und forschungspolitische Prioritäten, Ziele und Leitbilder**

#### *Allgemeine umwelt- und forschungspolitische Entwicklungen*

Im Vergleich zu anderen Ländern ist die durchschnittliche Umweltbelastung pro qm in den Niederlanden sehr hoch und entspricht in der Summe im wesentlichen der von großen Städten bzw. Industriestandorten wie London oder dem Ruhrgebiet. Bereits relativ früh (1971) wurde ein eigenes Umweltministerium eingerichtet, die wesentlichen Gesetze zum Schutz von natürlicher Ressourcen wie Luft, Wasser, Boden, zur Lärminderung und Abfallwirtschaft wurden Ende der 70er bis Anfang der 80er Jahre verabschiedet. Im Zentrum der Regelung standen die Industrieemissionen. In dieser Zeit traten auch umweltrelevante FuE-Maßnahmen in den Vordergrund. Neben anderen sektororientierten Beratungsgremien wurde 1981 der **Sectoral Advisory Council for Research on Nature and Environment (RMNO)** gegründet, um die niederländische Regierung bei der Prioritätenfindung in der Umweltforschung zu beraten und um die Kooperation zwischen den für Umwelt, Verkehr, Wirtschaft und Bildung zuständigen Ressorts zu intensivieren.

Mit dem Anspruch, eine eher langfristige ausgerichtete Umweltpolitik zu etablieren, wurde im Jahr 1983 der **Environment Policy Integration Plan** vom

Parlament verabschiedet, mit der Zielrichtung, einen nationalen Umweltplan zur Umsetzung von Langzeitzielen zu entwickeln. Dieser Plan diene der niederländischen Umweltpolitik als Grundlage. 1984 wurde mit der Vorlage des "indikativen Mehrjahresprogramm für Umweltmanagement" (**Indicatief Meerjarenprogramma Milieubeheer**) ein weiterer Schritt in Richtung Langzeitperspektive der Umweltprogrammatisierung unternommen. Im Sinne einer integrierten Umweltplanung wurden darin zunächst die Zusammenhänge zwischen Umweltproblemen und Verschmutzergruppen analysiert. Danach wurden folgende Zielgruppen als Ansatzpunkte für umweltpolitische Maßnahmen ermittelt: Industrie, Landwirtschaft, öffentliche Einrichtungen, Verkehr und Haushalte.

Im Jahr 1989 legten das Wirtschaftsministerium, das Ministerium für Landwirtschaft und Fischerei, das Ministerium für Wohnungsbau, Raumplanung und Umwelt sowie das Ministerium für Transportwesen und öffentliche Angelegenheiten gemeinsam das nationale Umweltpolitikprogramm, den **National Environmental Policy Plan (Nationaal Milieubeleidsplan, NEPP)**, vor. **Sustainable development** wurde seitdem zum Leitmotiv der Umweltpolitik. Nicht zuletzt wegen der im NEPP formulierten konkreten umweltpolitischen Ziele, aber auch wegen der Vorlage neuer Forschungsprogramme gilt die niederländische Umwelt- und FuT-Politik zur Förderung von **sustainable development** als vorbildlich.

#### *National Environmental Policy Plan (NEPP)*

Leitziel des NEPP ist es, innerhalb einer Generation (bis 2010) das Konzept der nachhaltigen Entwicklung realisiert zu haben. Die Schließung von Stoffkreisläufen, die Einsparung von Energie und Verbesserungen der Kreislaufführung bei Produkten und im Produktionsprozeß werden als Kernelemente genannt. Der FuT-Politik wird eine bedeutende Aufgabe zum Erreichen dieser Ziele zugewiesen. Als prioritäre Aktionsfelder im Forschungsbereich werden im NEPP aufgeführt:

- die internationale Forschungskooperation,
- die Erforschung der Zusammenhänge zwischen Ökonomie und Umwelt sowie zwischen Verkehr und Umwelt,
- die Entwicklung von **sustainable energy** und Energiesparmaßnahmen,
- die Umsetzung technologischer Ziele zugunsten einer nachhaltigen Entwicklung und

- die Analyse der Rolle menschlichen Verhaltens zur Lösung von Umweltproblemen.

Bei der Festlegung neuer Forschungsfelder legt die niederländische Regierung insbesondere Wert auf langfristige Umweltforschung.

Um die Verwirklichung der im NEPP formulierten Ziele voranzutreiben wurde eine Reihe zu erfüllender Quoten in Bereichen wie beispielsweise ressourcenschonende Produktionsprozesse, Emissionen von Produktabfällen sowie erhöhte Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energieressourcen festgelegt. Für die überwiegende Mehrzahl an Stoffen liegen die Reduktionsziele bis zum Jahr 2000 bei 50-70 % der jetzigen Mengen, bis 2010 sollen zwischen 80-90 % erreicht werden (ISI 1996, S. 60).

Als sich abzeichnete, daß die im NEPP formulierten ambitionierten Ziele auch bei entsprechend vielfältigen politischen Aktivitäten nicht erfüllt werden konnten, wurde der Plan bereits ein Jahr später revidiert. Die im sog. NEPP+1 benannten Reduktionsquoten für das Jahr 2000 liegen wesentlich niedriger, auf die Festlegung von konkreten Zielen für das Jahr 2010 wurde ganz verzichtet. Gleichzeitig werden zusätzliche konkrete Schritte und Forderungen benannt, um die politischen Anstrengungen zur Zielerreichung zu intensivieren. Im Jahre 1994 wurde der zweite nationale Umweltplan (NEPP 2) verabschiedet, in dem erneut einige Zielkorrekturen vorgenommen worden waren. Darüber hinaus wurden jedoch noch weitere politische Maßnahmen zur Umsetzung festgeschrieben. Insbesondere das grundlegende politische Ziel, **Sustainable Netherlands** zu erreichen, blieb auch im NEPP 2 erhalten (Aries 1995; ISI 1996, S. 60).

## **Forschungs- und umweltpolitische Maßnahmen in Richtung nachhaltiger Entwicklung**

### *Umwelt- und Energieforschung*

Bei der Gestaltung ihrer Umweltpolitik verfolgt die Regierung einen konsensorientierten Ansatz. Konsultationen und Verhandlungen mit den betroffenen gesellschaftlichen Gruppen haben als **typical Dutch approach** eine lange Tradition und mittlerweile weltweite Anerkennung erfahren. Bisher finden solche Vermittlungsverfahren vornehmlich auf der Ebene der Politikplanung und bei der Implementierung von Politikmaßnahmen statt.

Die überwiegende Mehrheit der niederländischen Forschungsprojekte, die sich mit Umweltproblemen beschäftigen, pflegt eine systemorientierte Herangehensweise (das wird auch belegt durch die Auflistung entsprechender Projekte an der führenden technischen Universität Delft; ISI 1996, S. 63). Neben ökologischen und technologischen werden insbesondere ökonomische Aspekte in die Forschungsarbeit einbezogen, u.a. mit dem Ziel, auch für einzelne Wirtschaftszweige interessante Lösungen für Umweltprobleme zu finden. Die Forschungsschwerpunkte liegen insbesondere im Bereich von Verbesserungen im Energie- und Ressourcenmanagement und generellen Effizienzsteigerungen. Von der FuE-Förderung wird ein Beitrag zur Optimierung von Materialströmen im Produktionsprozeß und zur Reduktion von Abfällen auf allen seinen Entstehungsstufen erwartet.

Mit der zunehmenden Bedeutung von direkt geförderten umweltrelevanten Vorhaben wächst auch die Anzahl von Verbund- und internationalen Kooperationsprojekten. Ein Beispiel für die internationale Zusammenarbeit der Niederlande ist das ENVIROPROM Projekt, das von den Niederlanden (Amsterdam), Ungarn (Budapest) und Portugal (Lissabon) gemeinsam getragen wird. Ziel des Vorhabens ist die Ausarbeitung eines Großstadtkonzeptes für das 21. Jahrhundert, das den Anforderungen von **sustainable development** gerecht wird. Besondere Schwerpunkte sind: lokale öffentliche Infrastruktur und Umweltpolitik; Abfallmanagement; nachhaltige Entwicklung von Natur und Umweltschutz in und im Umfeld von großen Städten (ISI 1996, S. 68).

Tabelle 3 illustriert die inhaltlichen Schwerpunkte für den Bereich der umweltorientierten Energieforschung. Die forschungsrelevanten Fragestellungen konzentrieren sich im wesentlichen auf die Weiterentwicklung erneuerbarer Energiequellen, mit der Zielsetzung, durch Wind- und Solarenergie sowie Energie aus Biomasse künftig fossile Energieträger ersetzen zu können. Der Ausbau von Windenergie wird, wegen der geographischen Lage des Landes, besonders gefördert. Im Vordergrund von FuE im Bereich der Kernenergie, die im übrigen in den Niederlanden als Energieversorgerin nur eine marginale Rolle spielt, stehen Fragen zur Reaktorsicherheit und zur Behandlung radioaktiver Abfälle.

Tab. 3: Umweltrelevante Energieforschung in den Niederlanden

<i>Energiesektor</i>	<i>Forschungsschwerpunkt</i>
<i>Erneuerbare Energien</i>	Erhöhung des Anteils am Energiemarkt
Windenergie	Technologietransfer zu den Herstellern von Windturbinen; Betrieb von Anlagen für die anwendungsbezogene Forschung
Solarenergie	Erhöhung der Energieeffizienz photovoltaischer Zellen; Demonstrationsprojekte
Energie aus Biomasse	Entwicklung von Technologien zur Gewinnung von Energie aus Biomasse; Demonstrationsobjekte und Zusammenarbeit im europäischen JOULE-Programm
<i>Fossile Brennstoffe</i>	Maximale Ersetzung durch erneuerbare Energiequellen; Erhöhung von Energieeffizienz und Sauberkeit; Kohleverflüssigung; Flachkeramik-Brenner; <b>fuel cells</b>
<i>Kernenergie</i>	Sicherheit; nukleare Abfälle; Nuklearmedizin
<i>Energie-Engineering</i>	Energieeinsparung im Industrieprozess; Energieoptimierung in städtischen Regionen und Gebäuden; integriertes <b>chain management</b>

Quelle: ISI 1996, S. 64

#### *Das Sustainable Technology Development Programme (STD)*

Im STD-Programm wird der übergeordneten Frage nach dem Beitrag von FuT für eine nachhaltige Entwicklung nachgegangen. Es handelt sich vornehmlich um ein Programm, in dem Anforderungen an die Technologieentwicklung für eine nachhaltig zukunftsverträgliche Entwicklung definiert werden. Ziel des Vorhabens ist es, nachhaltige technologische Entwicklungen insbesondere in den Wirtschaftssektoren und den großen technischen Institutionen zu forcieren. Das Vertrauen der Öffentlichkeit in Technologien als geeignetem Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung soll gewonnen werden. Als Ergebnis des Programmes wird erwartet, daß (Delphi Study 1995)

- Kriterien für Nachhaltigkeit aufgestellt werden und definiert wird, welche Technologien auf welche Art und Weise zur Erfüllung von Bedürfnissen beitragen können;

- eine Reihe von diskutierfähigen Gestaltungsmöglichkeiten technischer Systeme vorgelegt wird, die eine nachhaltig zukunftsverträgliche Bedürfnisbefriedigung gewährleisten könnten und die einen Ausblick auf die soziale Bedeutung ihrer Anwendung aufzeigen;
- ein Spektrum an (forschungspolitischen) Aktivitäten, die eine nachhaltige Entwicklung befördern können, empfohlen wird.

Für das Fünfjahres-Programm (Ende: 1997) wurden bislang jährlich fünf Millionen Gulden (ca. 4,4 Mio. DM) bereitgestellt.

Das Programm wurde auf der Grundlage der gleichen Nachhaltigkeitsziele wie im **National Environmental Policy Plan (NEPP)** entwickelt und soll letztlich dazu beitragen, daß ein Paradigmenwechsel hin zu einer anderen Art der Techniknutzung erreicht wird. Ausgehend von Zukunftsszenarien, die durch jetzt beschlossene Reduktionsvorgaben in 50 Jahren Realität werden sollen, sollen notwendige technologische Entwicklungen definiert werden, die es ermöglichen, von der heutigen technologischen Basis aus die vorgestellten Szenarien zu verwirklichen (**backcasting**-Ansatz). Um dem notwendigen Paradigmenwechsel gerecht zu werden, wird ausdrücklich nicht die Gestaltung einer bestimmten Technologie in 50 Jahren zum Ausgangspunkt genommen, sondern ein Bedürfnisfeld, also: nicht "das Auto der Zukunft", sondern "die Erfüllung von Mobilitätsbedürfnissen". Ein erster Schwerpunkt dieses Programms liegt bei der Entwicklung von konsistenten Szenarien zu verschiedenen Bedürfnisfeldern (ISI 1996, S. 62).

Aus den jeweiligen Bedürfnisfeldern (z.B. Wohnen oder Ernährung) werden zunächst thematische Bereiche eingegrenzt. Das können Visionen/Ziele sein wie die "nachhaltige Stadt", der "nachhaltige städtische Wasserkreislauf", oder es handelt sich um eine Techniklinie wie "High-Tech-Produktion von Gemüse" oder um Produkte wie "neue proteinhaltige Nahrungsmittel". Für diese Bereiche werden sog. "illustrative Prozesse" (IP) durchgeführt. Im Prinzip handelt es sich dabei um eine von mehreren Phasen auf dem Weg hin zur Entwicklung von Technologien, die eine Realisierung des Zieles oder der Techniklinie oder des Produktes unter Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit befördern. Ein IP umfaßt eine konkrete Definition der Ziele sowie die Untersuchung der Möglichkeiten ihrer Verwirklichung. Als Resultat der IP werden Vorschläge bzw. Ideen für "nachhaltige" Technologien, Erkenntnisse über die Bedingungen, sie zu implementieren, und über die dabei auftretenden Barrieren sowie in Einzelfällen aktuelle bereits marktfähige Innovationen erwartet (Vergragt/van Grootveld

1994). Im Rahmen des STD-Programms wurden bisher IP in folgenden Bereichen initiiert:

- nachhaltige Bürogebäude, intensivere Nutzung bestehender Kapazitäten; nachhaltige Stadt (Bedürfnisfeld Wohnen);
- C-1-Chemie; Feinchemie, Pflanzenchemie;
- Rohrsysteme; öffentlicher Verkehr, Wasserstoff-Brennstoffzelle (Bedürfnisfeld Mobilität, Transport);
- neue proteinhaltige Nahrungsmittel, nachhaltige Bodennutzung, High-Tech-Produktion von Gemüse (Bedürfnisfeld Ernährung);
- nachhaltiger städtischer Wasserkreislauf (Bedürfnisfeld Ernährung).

Im Rahmen der illustrativen Prozesse findet eine Reihe von Workshops statt, zum einen, um die Probleme und Ziele zu definieren sowie die Szenarien zu generieren, zum anderen, um die dafür jeweils geeignetste Techniklinie auszuwählen. Für diese wird dann ein (industrieller) FuE-Partner ausgewählt, der innerhalb eines Zeitraums von zwei bis drei Jahren ein Realisierungskonzept präsentiert. Parallel werden die fördernden und hemmenden Faktoren für entsprechende Lösungen, insbesondere die gesellschaftlichen Bedingungen für Erfolg oder Mißerfolg, untersucht (ISI 1996).

Es bleibt abzuwarten, welche konkreten Resultate und Erfahrungen aus dieser Phase sowie anderen Schritten des STD-Programmes gezogen werden können. Mit Sicherheit werden die dort gewonnenen Erkenntnisse auch bei Überlegungen zu einer an Nachhaltigkeit orientierten forschungspolitischen Programmatik in Deutschland interessant sein. Vor diesem Hintergrund sollten im Zentrum einer weitergehenden Analyse des STD-Programmes die Schlüsse stehen, die aus den vielfältigen Kommunikationsprozessen auf allen Stufen des Programmes - von der Entwicklung über die Problem- und Zieldefinition bis hin zur exemplarischen Durchführung - sowie aus den diversen Hemmnissen und Widerständen bei seiner Implementierung bislang gezogen werden konnten.

## **5. Vergleichende Bewertung der länderspezifischen Strategien**

Insbesondere die Weltkonferenz über Umwelt und Entwicklung von Rio de Janeiro 1992 und ihre Vorbereitung hat die Entwicklung der nationalen Umweltpolitiken vorangetrieben. Besonders deutlich wird das an den Beispielen Japans

mit der Verabschiedung des **Basic Environmental Law**, der USA mit der Einsetzung des **President's Council on Sustainable Development (PCSD)** sowie an der Niederlande mit der Etablierung eines äußerst ambitionierten Nationalen Umweltplanes, des **NEPP**. Ähnlich den Niederlanden, wo schon frühzeitig politisch wirksame, umweltorientierte und langfristig angelegte Aktivitäten eingeleitet wurden, hat Japan bereits Jahre vor der Rio-Konferenz seine umwelt- und forschungspolitischen Anstrengungen unter Priorisierung des Klimaschutzes verstärkt. Dieser vergleichsweise frühe Start umweltpolitischer Aktivitäten hängt mit der besonderen Betroffenheit der beiden Länder zusammen: In den Niederlanden herrscht zum einen eine überdurchschnittlich hohe Schadstoffbelastung pro Flächeneinheit, zum anderen wären wegen der geographischen Lage des Landes die Folgen einer globalen Erwärmung besonders gravierend. Japan ist wegen seiner enormen Abhängigkeit von Energieimporten stark an klimarelevanten Maßnahmen zur Verbesserung der Energieausnutzung interessiert.

### **Vergleich von forschungs- und umweltpolitischen Prioritäten, Zielen und Leitbildern der Länder**

Allen im vorliegenden Bericht untersuchten Ländern gemeinsam ist eine über die letzten zwei Jahrzehnte zu beobachtende Akzentverschiebung in der Umweltpolitik bzw. in den Schwerpunkten umweltrelevanter FuT-Politik. So wurden die vorrangig nachsorgenden **End-of-the-pipe-** und Recycling-Maßnahmen abgelöst von eher input-orientierten Maßnahmen zu Beginn der Emissionskette bzw. von der Suche nach integrierten Lösungen zur Verminderung von Emissionen. Die schwedische Umweltpolitik mit ihrem Versuch, eine **ecocycle society** zu etablieren, steht beispielhaft für eine derartige Entwicklung.

Als weiterer Trend läßt sich in allen Ländern ein erhöhter Stellenwert der FuT-Politik zur Verwirklichung umweltpolitischer Ziele konstatieren. Neben seiner unbestrittenen Bedeutung hinsichtlich des Erhaltes bzw. der Optimierung der ökonomischen Vitalität eines Landes wird dem wissenschaftlichen und technologischen Fortschritt mittlerweile auch ein nicht unwesentlicher Beitrag zum Erreichen einer nachhaltigen Entwicklung beigemessen. Dafür sprechen erste Veränderungen in der inhaltlichen Ausgestaltung der Forschungsprogrammatisierung sowie ein stetiger Anstieg des für umweltrelevante FuE vorgesehenen Etats.

Während Länder wie USA und Japan mit einer starken FuE-Förderung vor allem auf technologischen Fortschritt und die Erhöhung technischer Effizienz

abzielen - was die Förderung von ingenieurtechnischen und naturwissenschaftlichen Fragestellungen impliziert -, wird in Schweden und den Niederlanden den Veränderungen von Lebens- und Konsumgewohnheiten und damit auch den Sozial- und Humanwissenschaften explizit eine ebenso große Bedeutung bei der Überwindung komplexer Umweltprobleme in Richtung **sustainable development** beigemessen.

Das Konzept der nachhaltigen Entwicklung wurde von allen betrachteten Ländern als Leitidee einer insbesondere nach Rio artikulierten neuen forschungs- und umweltpolitischen Zielrichtung aufgegriffen. Dennoch geht die manchmal geradezu inflationäre Verwendung des Begriffs **sustainable development** keineswegs immer mit einer tatsächlichen Veränderung der Politik einher. Vielmehr ist als Folge der Diskussion um nachhaltige Entwicklung oft lediglich eine Intensivierung der schon vorher verfolgten forschungs- und technologiepolitischen Linien zu beobachten, so vor allem in den Bereichen Entwicklung "umweltschonender" Energieformen und Erhöhung der Energieeffizienz sowie Entwicklung von additiven, sanierenden und integrierten Umwelttechniken. Entsprechend stehen die Erhöhung der Energieeffizienz sowie die Schließung von Stoffkreisläufen als Mittel zur Verbesserung der Ressourcenausnutzung in allen untersuchten Ländern auf der forschungs- und technologiepolitischen Agenda.

Insbesondere in den USA und in Japan wird unter **sustainable development** eher ein auf Technologieeffizienz ausgerichtetes Konzept verstanden, mit dessen Umsetzung neben Beiträgen zur Bewahrung von und zum schonenden Umgang mit natürlichen Ressourcen auch wirtschaftspolitische Ziele wie die Stärkung der nationalen Ökonomie oder die Steigerung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit verfolgt werden. In den USA wird das durch die Zielformulierungen zweier offizieller umwelt- und FuT-politischer Strategiepapiere bestätigt, der **National Environmental Technology Strategy (NETS)** und der **Sustainable Energy Strategy (SES)**, sowie des Ende 1996 vorgelegten Berichtes des **Presidents Council on Sustainable Development (PCSD)**. So stehen in allen drei Regierungsdokumenten die Förderung des wissenschaftlichen und technologischen Fortschrittes zur Effizienzsteigerung bei der Nutzung und beim Schutz natürlicher Ressourcen sowie die Förderung der weltweiten Diffusion dafür notwendiger umweltverträglicher Technik mit den damit verbundenen ökonomischen Chancen für die USA an oberster Stelle.

Weder in der SES noch in den Ausarbeitungen des PCSD finden sich quantitative Zielsetzungen oder ein Zeitrahmen für die zu erreichenden Ziele. Allerdings sind die vom PCSD entwickelten qualitativen Nachhaltigkeitsziele um-

fassend formuliert - sie wurden nicht nur für ökologische Anforderungen sondern für alle gesellschaftlichen Bereiche aufgestellt. Auf ihrer Basis wurden Maßnahmen zur Einleitung einer nachhaltigen Entwicklung vorgeschlagen. Die NETS enthält zwar für drei Aktionsbereiche (Abfallvermeidung, Energieverbrauch und spezifischer Materialverbrauch) jeweils ein konkretes Reduktionsziel für das Jahr 2020. Jedoch beziehen sich diese nicht auf einzelne Stoffe und sind im Vergleich zu den in den Niederlanden aufgestellten Reduktionszielen als niedrig einzustufen.

Zusammenfassend müssen die drei unter dem Leitmotiv *sustainable development* erarbeiteten US-amerikanischen Regierungsdokumente eher als politischer Orientierungsrahmen oder als eine Vision angesehen werden, denn als wirkliche Aktionspläne. Statt konkreter politischer Maßnahmen werden vorwiegend Absichtserklärungen sowie zu ergreifende Initiativen formuliert.

Ähnlich wie in den USA wird auch in Japan das Konzept der nachhaltigen Entwicklung in Richtung ökonomisch-technische Effizienz interpretiert. Unter dem Leitmotiv **sustainable growth** sollen neben dem Erhalt der Umwelt für nachfolgende Generationen und globalem Umweltschutz durch internationale Kooperation und Wissenstransfer insbesondere Umweltschutz und Wirtschaftswachstum eine Gleichbehandlung erfahren. Zur Realisierung dieser Ziele wird die Notwendigkeit einer starken wissenschaftlich-technologischen Kompetenz betont. Entsprechend intensiv sind die japanischen FuT-Anstrengungen, in deren Mittelpunkt die Energieproduktivität steht. Nicht zuletzt zeigt das die Verabschiedung eines **Science and Technology Law** zum Fortschritt von Wissenschaft und Technologie und zur nachhaltigen Entwicklung. Die in Programmen wie z.B. dem **New Earth 21** zur Erfüllung der Klimakonvention und im **Basic Environment Plan** formulierten Ziele sind langfristig angelegt und qualitativer Art. Konkrete Reduktionsziele sowie politisch handlungsrelevante Maßnahmen zur Operationalisierung dieser Ziele hingegen wurden bislang nicht ausgearbeitet.

In den Niederlanden und Schweden erscheinen die diesbezüglichen politischen Aussagen am konkretesten, weil sie sich u.a. auf quantitative Nachhaltigkeitsziele in einem verbindlichen Zeitrahmen beziehen. So existieren in Schweden seit Jahren zumeist gesetzlich verankerte umweltpolitische Reduktionsziele insbesondere für klimarelevante, in den letzten Jahren verstärkt aber auch für eine Reihe anderer Stoffe und Emissionen.

Ebenso orientiert sich die niederländische FuT- und Umweltpolitik seit Jahren an ressourcenökonomischen Zielen wie Energieeinsparung und Umweltschutz. Das spiegelt sich zum einen in einer bereits zu Beginn der 80er Jahre

verstärkten Bildung entsprechend kompetenter Institutionen wieder, wie der Gründung des **Sectoral Advisory Council for Research on Nature and Environment** im Jahr 1981, aber auch in einer vergleichsweise früh auf Langfristigkeit angelegten Politik, wie u.a. 1983 die Vorlage des **Environment Policy Integration Plans** und 1984 des "indikativen Mehrjahresprogrammes für Umweltmanagement" zeigen. In keinem anderen der hier betrachteten Länder erscheinen die im Umweltplan NEPP sowie seinen "Nachfolgern" NEPP +1 und NEPP 2 und in den sich darauf stützenden politischen Initiativen genannten Ziele, Zeitrahmen und Umsetzungsmaßnahmen ähnlich konkret, politisch verbindlich und ambitioniert wie in den Niederlanden. Zur Verwirklichung des Leitziels (bis zum Jahr 2020 soll der Zustand der "Nachhaltigkeit" erreicht worden sein) setzt die niederländische Regierung auf die Schließung von Stoffkreisläufen, die Einsparung von Energie und Verbesserungen bei der Kreislaufführung von Produkten und im Produktionsprozeß. Durch die Einhaltung strenger Quoten soll die überwiegende Mehrzahl der Stoffe bis zum Jahr 2010 mengenmäßig um zwischen 80 und 90 % abgesenkt werden. Im Vergleich zum **Basic Environment Plan** Japans und Regierungsprogrammen der USA und Schwedens mit ähnlichem Stellenwert werden im niederländischen NEPP konkrete prioritäre Aktionsfelder im Forschungsbereich zur Realisierung einer nachhaltigen Entwicklung benannt. Dabei wird betont, welche Bedeutung der Analyse der Rolle menschlichen Verhaltens zur Lösung von Umweltproblemen und einer langfristigen Umweltforschung zukommt. Anders als in den USA und Japan wird der Beitrag technologischer Innovationen für eine nachhaltige Entwicklung nicht als das eigentlich prioritär zu behandelnde Element herausgestrichen, sondern wird gleichrangig im Kontext mit anderen zu verfolgenden Maßnahmen genannt.

### **Vergleich der umwelt- und forschungspolitischen Aktivitäten zur Verwirklichung des Leitbildes sustainable development**

Die politischen Konsequenzen einer in allen betrachteten Ländern zumindest programmatisch artikulierten Orientierung der umwelt- und FuT-Politik am Leitbild **sustainable development** reichen von der Etablierung regierungsberatender Gremien zu Fragen der nachhaltigen Entwicklung (insbesondere in den USA, aber auch in den Niederlanden) über das Aufstellen mehr oder weniger politisch verbindlicher Umweltpläne bzw. die Verabschiedung potentiell richtungsweisender Grundsatzdokumente, wie in den USA, in Japan und den Nie-

derlanden, bis hin zu gesetzlich verankerten Maßnahmen wie die Forschungs- und Umweltgesetze insbesondere Japans und Schwedens, sowie konkreten Forschungs- bzw. Umweltprogrammen. Bei letzteren sind die Niederlande mit ihrem **Science and Technology Development-Programm (STD)** hervorzuheben, das Anforderungen an den für eine nachhaltige Entwicklung geeigneten technologischen Fortschritt formuliert und von den Nachhaltigkeitszielen des NEPP ausgeht.

Alle Länder blicken auf eine mittlerweile 20jährige Geschichte der Entwicklung technischer Lösungen zur Vermeidung, Verminderung oder/und Sanierung von Umweltbelastungen als Kernbereich der FuT-Politik. Intensiviert bzw. erstmalig aufgenommen wurden Anfang der 90er Jahre Entwicklungen zur integrierten Umwelttechnik, wodurch sich vor allem die in Folge der **Environmental Technology Strategy** gestarteten Initiativen der USA auszeichnen. Zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang das 1994 aufgelegte interministerielle Rahmenprogramm **Environmental Technology Initiative**, das der gezielten Förderung von Umwelttechnologien sowohl zur Sanierung von Umweltschäden als auch zur Unterstützung eines produktionsintegrierten Umweltschutzes kleiner Unternehmen und der internationalen Wettbewerbsfähigkeit von US-Technologien dienen soll.

Die umweltrelevante Forschung und hier insbesondere die Erarbeitung ökologischen Grundlagenwissens sowie die Untersuchung der Auswirkungen menschlicher Aktivitäten wie bspw. in der Klima- und Ökosystemforschung ist ebenfalls ausgesprochen gut in allen Ländern etabliert. Zur Förderung des Klimaschutzes werden in allen Ländern vorrangig Maßnahmen gewählt, die zur Einschränkung der Nachfrage nach fossilen Brennstoffen, zur Verbesserung des Energiemanagements und zur Erhöhung der Energieeffizienz beitragen.

Unterschiedlich behandeln die einzelnen Länder die Erforschung der sozialen, ökonomischen und politischen Bedingungen, die Umweltprobleme verursachen und deren Lösungen beeinflussen, sowie die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen für einen Übergang zu einer nachhaltigen Lebens- und Wirtschaftsweise. Insbesondere unterscheiden sich die Vorgehensweisen hinsichtlich der Integration der Bedürfnisse betroffener Bevölkerungsgruppen sowie generell ihrer Partizipationsmöglichkeiten im Bereich der Planung als auch bei der Durchführung von entsprechenden Forschungsvorhaben. Hier nehmen die Niederlande mit ihrem konsensorientierten Ansatz, in dem Konsultationen und Verhandlungen mit betroffenen gesellschaftlichen Gruppen eine lange Tradition besitzen (**typical Dutch approach**), eine Sonderstellung ein. Unter Einbezie-

hung gesellschaftlicher Gruppen werden auch die Bedürfnisfeldanalysen im Rahmen des Programms **Sustainable Technology Development** durchgeführt.

Als eine der vom Ansatz her sehr weitgehenden und politisch verbindlichsten Maßnahmen im forschungspolitischen Bereich sind die im Anschluß an die Ergebnisse der Rio-Konferenz erlassenen Forschungsgesetze Japans und Schwedens einzuschätzen. In diesen Gesetzen wurden die Grundzüge einer Förderung von Wissenschaft und Technologie sowie deren Inhalte zur Einleitung einer nachhaltigen zukunftsverträglichen Entwicklung festgelegt. Anders als im japanischen **Science and Technology Basic Law**, das insbesondere den volkswirtschaftlich bedeutsamen Beitrag des Gesetzes zum Fortschritt von Wissenschaft und Technologie betont, legt das schwedische Forschungsgesetz den Schwerpunkt auf die Integration technischer, ökonomischer, sozialer, medizinischer und rechtlicher Fragestellungen als Schlüsselemente für eine nachhaltige Entwicklung.

In keinem der betrachteten Länder läßt sich eine Definition von Nachhaltigkeits-Zielen als Kriterium für die Förderung von FuE-Vorhaben in den offiziellen Dokumenten finden. Das ist sicherlich mit darauf zurückzuführen, daß es noch erhebliche Probleme in der Operationalisierung von nachhaltig zukunftsverträglicher Entwicklung und noch keinen Konsens über daraus folgende Kriterien für eine entsprechende Forschungs- und Technologiepolitik sowie über ihre letztendliche Bedeutung bei der Realisierung langfristiger (umwelt)politischer Ziele wie dem **Sustainable-Development**-Konzept gibt.





## V. Inhaltliche Skizze eines TA-Projektes

Die im vorliegenden Bericht zusammengefaßten wesentlichen Ergebnisse des Monitorings bieten im Hinblick auf die Operationalisierung des Leitbildes "Nachhaltige Entwicklung" für die FuT-Politik zum einen eine erste, vorläufige Konturierung der Kriterien, an denen sich eine nachhaltige FuT-Politik ausrichten müßte:

- 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 und
- Akteursorientierung.

Auf der Basis dieser Kriterien ergibt sich zum anderen eine Reihe von Vorschlägen für eine praktische Umsetzung des Leitbildes in den verschiedenen Dimensionen der FuT-Politik:

- Instrumente und Kriterien der Forschungsförderung,
- Inhalte der Förderprogramme,
- Verfahren der Programmentwicklung,
- Strukturierung der Forschungslandschaft.

Diese Ansätze zur Operationalisierung einer am Leitbild "Nachhaltigkeit" orientierten FuT-Politik müßten weiterentwickelt und konkretisiert, sie müßten aber vor allem zu einem schlüssigen Gesamtkonzept - einer ressort- und technologiefeldübergreifenden nachhaltigen FuT-Politik - integriert werden. Zudem wäre die Frage der Praktikabilität und Umsetzung des Ansatzes im Hinblick auf die bestehenden Strukturen der deutschen Forschungslandschaft weiter zu erörtern.

Parallel zur Erstellung des vorliegenden Sachstandsberichtes wurde durch die Berichterstatter für TA des Ausschusses für Bildung, Wissenschaft, Technologie und Technikfolgenabschätzung entschieden, das Thema durch das TAB weiter als TA-Projekt bearbeiten zu lassen. Hierzu hat das TAB das folgende Arbeitskonzept vorgeschlagen:

*Auswertung der Erfahrungen des niederländischen STD-Programmes*

Aus den bisherigen Untersuchungen geht hervor, daß die für eine nachhaltige Forschung und Entwicklung entwickelten Kriterien bislang vor allem im niederländischen STD-Programm Berücksichtigung fanden. Es bietet sich daher an, als ersten Schritt die Hintergründe der Einrichtung des STD-Programmes in Zusammenhang mit dem "National Environmental Policy Plan" (NEPP) zu untersuchen. Mittels einer Analyse der einschlägigen Dokumente und Interviews mit den beteiligten Akteuren sollen Abläufe, Mechanismen, Motivationen, Probleme und Widerstände sowie Ergebnisse des Programmes beschrieben und evaluiert werden. Ergänzend werden forschungspolitisch interessante innovative Ansätze und Verfahren aus anderen Ländern auf ihre mögliche Verwendbarkeit für eine "nachhaltige" FuT-Politik hin ausgewertet. Um erste Hinweise zur Übertragbarkeit des Programmes auf die deutsche FuT-Politik bzw. nötige Modifikationen des Ansatzes zu gewinnen, werden die Ergebnisse der Studie zum STD-Programm deutschen forschungspolitischen Experten/innen zur Kommentierung vorgelegt. Das TAB legt die Ergebnisse dieser ersten Projektphase in Form einer Zusammenstellung möglicher Instrumente, Verfahren und Methoden nachhaltiger FuT-Politik in einem Zwischenbericht vor.

*Exemplarische Konzipierung einer innovationsorientierten "nachhaltigen" FuT-Politik*

Nach der Entscheidung für ein geeignetes (oder mehrere) Bedürfnisfeld(er) soll im zweiten Schritt exemplarisch gezeigt werden, welche Verfahren, Methoden und Institutionen wie zu konzipieren und organisieren sind, um eine für dieses Bedürfnisfeld "nachhaltige" FuT-Politik zu verwirklichen. Hierzu werden mehrere Gutachten in Auftrag gegeben, die aus unterschiedlicher Perspektive Vorschläge zu Instrumenten, Verfahren und Strukturen sowie zu Themenschwerpunkten für eine innovationsorientierte "nachhaltige" FuT-Politik im ausgewählten Bedürfnisfeld vorlegen sollen. Die Ergebnisse dieser Arbeitsphase werden in einem Workshop mit Vertretern/innen der relevanten Akteure des Bedürfnisfeldes zur Diskussion gestellt. Aus den Gutachten und den Workshop-Ergebnissen wird vom TAB ein Endbericht ausgearbeitet.

Nach Rücksprache mit den Berichterstattern soll zunächst der erste Schritt umgesetzt werden. Nach Vorlage und Diskussion des Zwischenberichtes wird über die Fortführung des Projektes entschieden.

# Literatur

## 1. Vom TAB in Auftrag gegebene Gutachten

ISOE (Institut für sozial-ökologische Forschung) (1996): Forschungspolitik für eine nachhaltige Entwicklung. Frankfurt

ISI (Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung) (1996): Internationaler Vergleich der Forschungs- und Technologiepolitik im Hinblick auf das Leitbild nachhaltig zukunftsverträglicher Entwicklung. Karlsruhe

## 2. Weitere Literatur

AIST (1995): [www.-aist.go.jp](http://www.-aist.go.jp)

ARIËS (1995): Long-term environmental planning and the use of integrated environmental technology: The Dutch experience. Studie im Auftrag des Büros für Technikfolgen-Abschätzung im Rahmen des TA-Projektes "Integrierte Umwelttechnik". Ariës Environmental Consultancy and Institute for Applied Environmental Economics, Den Haag

BECHMANN, G., BECK, S., FREDERICHS, G., KOPFMÜLLER, J., KRINGS, B.-J., SARDEMANN, G. (1996): Sozialwissenschaftliche Konzepte einer interdisziplinären Klimaforschung. Forschungszentrum Karlsruhe, Wissenschaftliche Berichte, FZKA 5715

BMBF (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie) (1995a): Neue Materialien für Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts (Matech). Bonn

BMBF (1995b): Ökologische Forschung in der Stromlandschaft Elbe, Forschungskonzeption. Bonn

BMBF (1995c): Rahmenkonzept "Produktion 2000" - 1995-1999. Strategien für die industrielle Produktion im 21. Jahrhundert. Bonn

BMBF (1995d): 88mal Zukunft - ein Jahr BMBF. Bonn

BMBF (1996a): Ökologische Konzeptionen für Agrarlandschaften (Rahmenkonzept). Bonn

BMBF (1996b): Förderschwerpunkt "Konzepte für nachhaltiges Wirtschaften" (Entwurf). Bonn

- BMBF (1996c): Innovationen durch mehr Flexibilität und Wettbewerb. Leitlinien zur strategischen Orientierung der deutschen Forschungslandschaft (Konzeptpapier). Bonn
- BMBF (1996d): Eckwerte einer zukunftsorientierten Mobilitätsforschung. Forschungsrahmen der Bundesregierung. Bonn
- BMBF (1996e): Bundesbericht Forschung 1996. Deutscher Bundestag, Drucksache 13/4554, Bonn
- BMBF (1997): Forschung für die Umwelt. Programmentwurf (4. Juni 1997). Bonn
- BMFT (Bundesministerium für Forschung und Technologie) (1985): Programm Materialforschung. Bonn
- BMFT (1988): Materialforschung. Programm und Zwischenbilanz. Bonn
- BMFT (1990): Umweltforschung und Umwelttechnologie. Programm 1989-1994. Bonn
- BMFT (1991): Rahmenkonzept ökologische Forschung in Stadtregionen und Industrielandschaften (Stadtökologie). Bonn
- BMFT (1994a): Produktionsintegrierter Umweltschutz. Vermeidung von Umweltbelastungen aus der industriellen Produktion. Bonn
- BMFT (1994b): Die Zukunft sichern helfen. Umwelt-FuE-Strategie des BMFT. Bonn
- BMFT (1994c): Forschungskonzept des BMFT "Bodengebundene Transport- und Verkehrssysteme". Bonn
- BMV (Bundesministerium für Verkehr) (1995): Forschungskonzept des Bundes für Verkehr
- BREMER, F.J., PREUSSER, S. (1995): Studie zur Wirkung der direkten Projektförderung im Programm Materialforschung des BMBF. Projektträger Material- und Rohstoffforschung PLR, Forschungszentrum Jülich
- BRUNDTLAND, G. et al. (1987): Our Common Future: World Commission on Environment and Development. Oxford
- BUNDESREGIERUNG (1995): Antwort der Bundesregierung auf die große Anfrage der SPD-Fraktion "Forschungspolitik für eine zukunftsverträgliche Gestaltung der Industriegesellschaft". Deutscher Bundestag, Drucksache 13/1389, Bonn
- BUNDESREGIERUNG (1997): Bericht der Bundesregierung anlässlich der VN-Sondergeneralversammlung über Umwelt und Entwicklung 1997 in New York: Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung. Bonn
- COENEN, R. (1996): Bridge to a sustainable future - The U.S. National Environmental Technology Strategy. In: TA-Datenbank-Nachrichten 5 (1), S. 18-20
- COENEN, R., KLEIN-VIELHAUER, S., MEYER, R. (1996): Integrierte Umwelttechnik - Chancen erkennen und nutzen. Studien des Büros für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag, Band 1, Berlin

- DELPHI STUDY (1995): Delphi Study Propulsion of Cars.  
[www.wtm.tudelft.nl/secties/technology assessment/delphi.html](http://www.wtm.tudelft.nl/secties/technology%20assessment/delphi.html)
- DEUTSCHER BUNDESTAG (1997): Beschlußempfehlung und Bericht des Ausschusses für Bildung, Wissenschaft, Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung "Forschungspolitik für eine zukunftsverträgliche Gestaltung der Industriegesellschaft". Drucksache 13/6855, Bonn
- DREBORG, G., WAHLSTRÖM, M. (1996): International comparison of research and technology policies with regard to the paradigm of sustainable development. Manuskript, NUTEK, 17.4.1996, Stockholm
- ENQUETE-KOMMISSION (1994): Schutz des Menschen und der Umwelt. Die Industriegesellschaft gestalten. Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen. Bonn
- GOVERNMENT OF JAPAN (1993): The Basic Environment Law.  
[www.nies.go.jp/english/lib-e/blaw-e.htm](http://www.nies.go.jp/english/lib-e/blaw-e.htm)
- GOVERNMENT OF JAPAN (1994): The Basic Environment Plan.  
[www.nies.go.jp/english/lib-e/bplan-e/contents.html](http://www.nies.go.jp/english/lib-e/bplan-e/contents.html)
- HALBRITTER, G. (1996): Vorschlag für eine systematische Untersuchung im Rahmen des Forschungskonzeptes der Bundesregierung "Mobilität und Verkehr". Manuskript, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse, Karlsruhe
- HUBER, J. (1995): Sieben Kernpunkte der sozialen und ökonomischen Modernisierung in Deutschland. In: BMBF (Hg.): Langfristige Perspektiven technischer und gesellschaftlicher Entwicklung in Deutschland. Visionen für die Forschungs- und Technologiepolitik. Düsseldorf, S. 51-90
- ISOE (Institut für sozial-ökologische Forschung) (1994): Umweltforschung - zwischen Reparaturtechnik und nachhaltiger Entwicklung. In: Ahrweiler, G., Döge, P., Rilling, R. (Hg.): Memorandum Forschungs- und Technologiepolitik 1994/95. Marburg
- JAHN, TH., WEHLING, P. (1992): Möglichkeiten und Ziele einer Förderung der sozialökologischen Zukunftsforschung. Gutachten im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministeriums. Institut für sozial-ökologische Forschung, Frankfurt
- KRINGS, B.-J. (1996): Nationale Nachhaltigkeitsziele für die USA und Wege zu ihrer Erfüllung - Bericht des President's Council on Sustainable Development. In: TA-Datenbank-Nachrichten 5 (2), S. 17-22
- KURZ, R. (1996): Innovationen für eine zukunftsverträgliche Entwicklung. In: Aus Politik und Zeitgeschichte B7/96, S. 14-22
- MEYER-KRAHMER, F. (1997): Innovation und Nachhaltigkeit. In: Ökologisches Wirtschaften 1/97, S. 20-22

- MEYER-KRAHMER, F., KUNTZE, U. (1992): Bestandsaufnahme der Forschungs- und Technologiepolitik. In: Grimmer, K., Häusler, J., Kuhlmann, S., Simonis, G. (Hg.): Politische Techniksteuerung. Opladen, S. 95-118
- NSTC (National Science and Technology Council) (ed.) (1995): Bridge to a sustainable future. National Environmental Technology Strategy. Washington
- PCSD (Presidents' Council on Sustainable Development) (1996): Council Report. Washington
- PETSCHOW, U., MEYERHOFF, J. (1997): Nachhaltigkeit und Globalisierung. In: Ökologisches Wirtschaften, 1/97, S. 14-17
- RIP, A., VAN DER MEULEN, B.J.R. (1996): The post-modern research system. In: Science and Public Policy 23, S. 343-352
- SCHULTZ, I. (1995): Frauenwege - Männerwege. In: Stadtwege 1/95, Zeitschrift des Forschungsverbundes City-Mobil
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (1994): Umweltgutachten 1994. Für eine dauerhaft umweltgerechte Entwicklung. Stuttgart
- SWEDISH GOVERNMENT (1990): The Swedish Government's Research Bill, Prop. 1989/90. Stockholm
- SWEDISH MINISTRY OF THE ENVIRONMENT AND NATURAL RESOURCES (1994): The ecocycle - The new view of the environment. A Summary of the Swedish government's ecocycle bill. Stockholm
- TAB (Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag) (1994): Endbericht zum TA-Projekt "Neue Werkstoffe" (Autoren: Socher, M., Rieken, Th.). TAB-Arbeitsbericht 26, Bonn
- UBA (Umweltbundesamt) (1995): Jahresbericht 1994. Berlin
- VERGRAGT, P.J., VAN GROOTVELD, G. (1994): Sustainable technology development in the Netherlands. The first phase of the Dutch STD-Program. Keynote lecture for the "First European Roundtable on Cleaner Production Program"
- WATANABE, C. (1995): National approaches to technology policy - The case of Japan. Conference on the economics of high-technology competition and cooperation in global markets, 2./3.2.1995, Hamburg
- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) (1993): Welt im Wandel. Grundstruktur globaler Mensch-Umweltbeziehungen. Jahresgutachten 1993, Bremerhaven
- WBGU (1994): Welt im Wandel: Die Gefährdung der Böden. Jahresgutachten 1994, Bremerhaven
- WBGU (1996): Welt im Wandel: Herausforderungen für die deutsche Wissenschaft. Jahresgutachten 1996, Bremerhaven



WISSENSCHAFTSRAT (1994a): Stellungnahme zur Umweltforschung in Deutschland. Bd. 1, Köln

WISSENSCHAFTSRAT (1994b): Empfehlungen zu einer Prospektion der Forschung. Köln

WUPPERTAL INSTITUT FÜR KLIMA, UMWELT, ENERGIE (1995): Zukunftsfähiges Deutschland. Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung. Endbericht, Wuppertal

TAB



ISSN - Print 2364-2599  
ISSN - Internet 2364-2602

**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](mailto:buero@tab.fzk.de)

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