

Institut für
sozial-ökologische
Forschung



Th. Jahn, P. Wehling, I. Weller

**Forschungspolitik für
eine nachhaltige
Entwicklung**

**Th. Jahn, P. Wehling, I. Weller:
Forschungspolitik für eine nachhaltige Entwicklung
Monitoring-Studie im Auftrag des Büros für
Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag**

Herausgeber:
Institut für sozial-ökologische Forschung
Hamburger Allee 45
D-60486 Frankfurt am Main

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme
Thomas Jahn, Peter Wehling, Ines Weller
unter Mitarbeit von Engelbert Schramm und Volrad Wollny
Forschungspolitik für eine nachhaltige Entwicklung
Monitoring-Studie im Auftrag des Büros für
Technikfolgenabschätzung beim deutschen Bundestag
Studientexte des Instituts für sozial-ökologische Forschung, Nr. 4
Frankfurt am Main, 1996

Inhaltsverzeichnis

0. Zusammenfassung

1. Problemstellung und Einleitung 1

1.1. Die Bedeutung des Leitbilds "nachhaltige Entwicklung" für die Forschungs- und Technologiepolitik 1

1.2. Forschungspolitische Kontexte 4

2. Methodisch-konzeptionelle Kriterien für eine an nachhaltiger Entwicklung orientierte Forschungspolitik und -förderung 7

3. Bestandsaufnahme und Bewertung der FuT-Politik unter dem Gesichtspunkt nachhaltiger Entwicklung 16

3.1. Ziele und Leitbilder der FuT-Politik des BMBF 17

3.2. Umweltforschung und -technik 20

3.2.1. Das neue Umweltforschungsprogramm der Bundesregierung 21

3.2.2. Ökologische Forschung in der Stromlandschaft Elbe (Elbe-Ökologie) 23

3.2.3. Ökologische Konzeptionen für Agrarlandschaften 25

3.2.4. Produktionsintegrierter Umweltschutz (PIUS) 29

3.2.5. Produktion 2000/Wirtschaften in Kreisläufen 32

3.2.6. Konzepte für nachhaltiges Wirtschaften 34

3.2.7. Fazit zur Umweltforschung 38

3.3. Verkehrs- und Mobilitätsforschung 41

3.3.1. Bisherige Verkehrsforschung des Bundes 42

3.3.2. Zum ressortübergreifenden Konzept der Bundesregierung zur Mobilitätsforschung 44

3.3.3. Bewertung unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit 45

3.4. Materialforschung 48

3.4.1. Die Förderung der Materialforschung durch das BMBF 49

3.4.2. Ökologische Aspekte der Materialforschung 52

3.4.3. Bewertung des MaTech-Programms unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit 57

4. Strukturen der Forschungslandschaft im Hinblick auf nachhaltige Entwicklung 60

4.1. Strukturelle Schwächen der Hochschulen 62

4.2. Neue Ansätze in der Forschungsförderung 63

5. Innovative Ansätze einer "nachhaltigen" FuT-Politik 67

5.1. Instrumente und Kriterien der Forschungsförderung 67

5.2. Förderprogramme und ihre Koordination 69

5.3. Zukunftsorientierte Verfahren und Institutionen der FuT-Politik 74

5.4. Strukturierung der Forschungslandschaft 76

Literatur 80

Anhang

0. Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Studie "Forschungspolitik für eine nachhaltige Entwicklung" ist es,

- mögliche Implikationen und Konsequenzen des Leitbilds "nachhaltige Entwicklung" für die Forschungs- und Technologiepolitik sichtbar zu machen und zu verdeutlichen (a);
- an ausgewählten Feldern zu überprüfen, wie weit und in welcher Weise sich die staatliche Forschungspolitik in der Bundesrepublik Deutschland bereits an diesem Leitbild orientiert (b);
- Empfehlungen und Handlungsvorschläge für eine stärkere Ausrichtung der Forschungs- und Technologiepolitik an der Konkretisierung und Umsetzung dieses Leitbildes zu skizzieren (c).

(a) Der in der wissenschaftlichen und politischen Diskussion weit verbreitete zielorientierte Ansatz zur Operationalisierung von nachhaltiger Entwicklung wird in der Studie zunächst durch ein *prozeßorientiertes Verständnis* ergänzt und erweitert. Dieses beruht darauf, daß nachhaltige Entwicklung auf eine immer wieder herzustellende Verknüpfung und Integration ökologischer, ökonomischer und sozialer Prozesse und Entwicklungsaspekte zielt. Politik, Wirtschaft und Gesellschaft müssen daher Formen, Methoden und Institutionen finden, die die Verbindung dieser drei Aspekte in einem zukunfts-offenen gesellschaftlichen Entwicklungsprozeß ermöglichen.

Für die Forschungs- und Technologiepolitik bedeutet das, daß die Orientierung an nachhaltiger Entwicklung über neue Forschungsthemen und inhaltliche Fragestellungen allein nicht hinreichend beschreiben werden kann, sondern auch innovative methodische, konzeptionelle und prozedurale Zugänge erfordert. Die inhaltlichen Zielperspektiven von nachhaltiger Entwicklung (z.B. Ressourcenschonung, Orientierung an der Belastbarkeit ökologischer Zusammenhänge, Verminderung von Risiken, inter- und intragenerationelle Gerechtigkeit) werden in der Studie daher durch die folgenden sechs methodisch-konzeptionellen Kriterien einer "nachhaltigen Forschungspolitik" ergänzt:

- 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 sollen gewährleisten, daß die inhaltlichen Ziele ebenso wie der prozeßhafte Charakter von nachhaltiger Entwicklung in Forschung und Technikentwicklung in adäquater Weise umgesetzt werden können. Gleichzeitig ermöglichen sie eine Bewertung, ob und wie weit sich die gegenwärtige FuT-Politik thematisch und methodisch-konzeptionell an nachhaltiger Entwicklung orientiert. Und schließlich bieten die Kriterien einen allgemeinen Orientierungsrahmen für die Gestaltung von Methoden, Konzepten und Institutionen einer nachhaltigen Forschungspolitik.

(b) Im Rahmen der Studie mußte die *Bestandsaufnahme und Bewertung der aktuellen FuT-Politik* unter dem Gesichtspunkt der nachhaltigen Entwicklung auf die Ebene des Bundes und hier wiederum auf das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) konzentriert werden, den wichtigsten Akteur der staatlichen Forschungspolitik in der Bundesrepublik Deutschland. Neben einem allgemeinen Überblick über die Ziele und Leitbilder der FuT-Politik des Bundes wurden

für eine detaillierte Analyse drei Förderschwerpunkte des BMBF ausgewählt, die auf je unterschiedliche Weise exemplarische Bedeutung für eine sich an Nachhaltigkeit orientierende Forschungspolitik besitzen:

- Umweltforschung und -technik
- Mobilitäts- und Verkehrsforschung
- Materialforschung.

Im Feld der *Umweltforschung* findet sich die stärkste inhaltliche wie methodisch-konzeptionelle Orientierung am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung. Unter dem Titel "Beiträge zu einer dauerhaft-umweltgerechten Entwicklung" erarbeitet die Bundesregierung gegenwärtig ein neues ressortübergreifendes Umweltforschungsprogramm. Für die vorliegende Studie war jedoch nur ein Gliederungsentwurf zugänglich, so daß nur eine vorläufige und allgemeine Bewertung vorgenommen werden konnte. Unter den neueren Förderkonzeptionen des BMBF aus dem Bereich der Umweltforschung und -technik bieten die Förderschwerpunkte "Ökologische Konzeptionen für Agrarlandschaften" und "Konzepte für nachhaltiges Wirtschaften" die weitreichendsten methodisch-konzeptionellen Anknüpfungspunkte an nachhaltige Entwicklung. Beide Schwerpunkte weisen starke Übereinstimmungen mit den oben genannten Kriterien auf, insbesondere hinsichtlich der Interdisziplinarität, der Akteursorientierung, der Bedürfnisfeldorientierung und einem regionalen Ansatz.

Mit Blick auf die *Mobilitäts- und Verkehrsforschung* ist positiv zu vermerken, daß die Bundesregierung hier ebenfalls ein übergreifendes Forschungsprogramm vorbereitet, das die bisher nur schwach koordinierten Ansätze der unterschiedlichen Ressorts (BMBF, BMV, BMBau etc.) unter einer gemeinsamen Zielperspektive bündeln und integrieren soll. Die vorgesehene Leitorientierung dieses Programms "Entkopplung der Mobilität von Verkehrsemissionen und Ressourcenverbrauch" weist einerseits zahlreiche Berührungspunkte mit dem Leitbild der nachhaltigen Entwicklung auf; andererseits zeigt sich aber eine grundlegende konzeptionelle Differenz darin, daß nicht von Mobilität als einem gesellschaftlichen Bedürfnisfeld, sondern von Verkehr als einem zu optimierenden technischen System ausgegangen wird.

In dem seit 1994 laufenden neuen *Materialforschungs-Programm* des BMBF "Neue Materialien für Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts (MaTech)" wird ökologischen Aspekten deutlich stärker Rechnung getragen als im Vorläuferprogramm; zudem ist die FuE-Förderung von den Anwendungsfeldern her konzipiert und nicht von den einzelnen Werkstoff-Klassen. Beides bietet zwar Anknüpfungspunkte für eine Orientierung an nachhaltiger Entwicklung; dennoch bleibt das Programm in dreierlei Hinsicht hinter den Anforderungen an eine "nachhaltige Materialforschung" zurück: Erstens erfolgt die Integration ökologischer (Bewertungs-)Aspekte nach wie vor relativ unsystematisch; zweitens wird das Potential der Materialforschung noch zu wenig gezielt für ökologische Entlastungen genutzt; drittens wird die Auswahl der Schlüsseltechnologien für das MaTech-Programm vorrangig nach den Kriterien (kurzfristiger) wirtschaftlicher Wettbewerbsfähigkeit vorgenommen, nicht nach denen langfristiger ökologischer, ökonomischer und sozialer Zukunftsfähigkeit.

Berücksichtigt worden ist im Rahmen der Bestandsaufnahme auch, auf welche Hemmnisse in der Forschungslandschaft Initiativen für eine nachhaltige Forschungspolitik stoßen und an welche Potentiale sie dort anknüpfen können. An den *Hochschulen* wird in der vorliegenden Studie exemplarisch verdeutlicht, welche Hindernisse existieren und wie sie durch eine innovative und strukturbildende Forschungsförderung überwunden oder zumindest abgeschwächt werden können.

(c) *Empfehlungen* für eine nachhaltige Forschungspolitik werden auf vier Ebenen formuliert:

- den Instrumenten und Kriterien der Forschungsförderung
- den Förderprogrammen
- neuen zukunftsorientierten Verfahren der FuT-Politik
- der Strukturierung der Forschungslandschaft.

Bei den *Instrumenten der Forschungsförderung* ist für eine an Nachhaltigkeit orientierte Forschung ein konsequenter Ausbau der problemorientierten, interdisziplinären Verbundforschung erforderlich. Dabei müssen natur-, ingenieur-, wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Disziplinen schon von der Phase der Problemdefinition an gleichberechtigt kooperieren. Die vom BMBF zukünftig in allen Bereichen der Förderung vorgesehenen modellhaften Leitprojekte sind ebenfalls in diesem Sinne zu strukturieren.

Die *Programme der Forschungsförderung* sollten unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten mittelfristig stärker nach Bedürfnis- und Bedarfsfeldern gegliedert werden. Unabhängig davon bietet es sich an, die bereits jetzt an nachhaltiger Entwicklung ausgerichteten Förderschwerpunkte zu stärken und zu einem eigenen Programm "Nachhaltige Entwicklung" zu bündeln. Zusätzlich sollte für die Untersuchung der bislang in der deutschen (Umwelt-)Forschung defizitären Fragen einer nachhaltigen Entwicklung in den Ländern der "Dritten Welt" in ihren Verknüpfungen mit den Industriestaaten ein eigenes Programm "Internationale Aspekte nachhaltiger Entwicklung" aufgelegt werden. In beiden Programmen müssen die bisher vernachlässigten geschlechtsspezifischen Aspekte nachhaltiger Entwicklung zu einem vorrangigen Thema werden.

Verbessert werden sollten zudem die Koordination und der Ergebnisaustausch sowohl zwischen den unterschiedlichen Programmen der Forschungsförderung als auch zwischen Ressorts, die Forschungen auf den gleichen Feldern und zu ähnlichen Fragestellungen fördern.

Nachhaltige Entwicklung eröffnet neue langfristige Zeithorizonte für Forschung und Technologieentwicklung und erfordert daher innovative *zukunftsorientierte Verfahren und Institutionen* der FuT-Politik. Um sowohl die zukünftigen Chancen und Risiken der wissenschaftlich-technischen Entwicklung abschätzen als auch den zukünftigen Bedarf an Forschung und Technologieentwicklung für eine nachhaltige Entwicklung konkretisieren zu können, empfiehlt es sich, Ansätze einer wissenschaftsbezogenen Prospektion mit solchen einer antizipierenden Retrospektion zu kombinieren.

Eine wichtige Rolle für die Ausrichtung der FuT-Politik an nachhaltiger Entwicklung werden darüber hinaus Formen einer "zeitnahen" Evaluation von Forschungsprogrammen spielen; dadurch kann die Forschung flexibler an neue wissenschaftliche Erkenntnisse oder veränderte gesellschaftliche Problemlagen angepaßt werden. In diesem Zusammenhang müssen auch neue Formen der gesellschaftlichen Bewertung und Gestaltung von Technologien entwickelt bzw. vorhandene Ansätze gestärkt und ausgebaut werden.

Die *Forschungslandschaft* in der Bundesrepublik ist strukturell bisher nicht auf die Ziele und methodischen Zugänge einer nachhaltigen Entwicklung ausgerichtet. Neugründungen von Forschungseinrichtungen sollten jedoch im Unterschied zur bisherigen Praxis so angelegt werden, daß sie flexibel gestaltbar und damit selbst "zukunfts offen" bleiben. Vorgeschlagen wird in der vorliegenden Studie die Schaffung eines neuen Förderinstruments, das insbesondere das innovative Forschungspotential unabhängiger außeruniversitärer Institute für eine nachhaltige Entwicklung sichern soll. Darüber hinaus erfordert nachhaltige Entwicklung die reflektierte und methodisch kontrollierte Vermittlung und "Übersetzung" von Wissen und Problemwahrnehmungen

zwischen den Bereichen Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft. Diese Aufgabe könnte von "Hybridinstitutionen" etwa an den folgenden "Schnittstellen" übernommen werden:

- Übersetzung gesellschaftlicher Problemwahrnehmungen in wissenschaftliche Fragestellungen,
- Übersetzung wissenschaftlichen Wissens (oder Nicht-Wissens) in politische Handlungs- und Entscheidungsgrundlagen,
- wechselseitiger Wissenstransfer zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft.

1. Problemstellung und Einleitung

1.1. Die Bedeutung des Leitbilds "nachhaltige Entwicklung" für die Forschungs- und Technologiepolitik

"Nachhaltige Entwicklung" (sustainable development) hat sich bei der UNCED-Konferenz in Rio de Janeiro 1992 als international akzeptiertes Leitbild der Umwelt- und Entwicklungspolitik etabliert. Seither beginnt dieses Leitbild auch nationalstaatliche Diskussionen und Politikprozesse immer stärker und "nachhaltiger" zu beeinflussen. In der Bundesrepublik Deutschland haben sich wichtige Institutionen im politischen und wissenschaftlichen Bereich dieses Leitbild zu eigen gemacht und es zu konkretisieren versucht, so z.B. der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU 1994; 1996) oder die Enquête-Kommission des Deutschen Bundestages "Schutz des Menschen und der Umwelt" (Enquête-Kommission 1994).

Es ist offensichtlich, daß das Leitbild und Konzept einer nachhaltigen, zukunftsfähigen, dauerhaft-umweltgerechten Entwicklung¹ von Wirtschaft und Gesellschaft über den Bereich der Umweltpolitik hinausgreift und eine ganze Reihe von gesellschaftlichen Handlungsbereichen und Politikfeldern (von der Wirtschafts-, Agrar- und Verkehrspolitik, über Raumordnung und Städtebau bis hin zur Steuer- und Finanzpolitik) betrifft. Wissenschaft und Technik wird vielfach eine Schlüsselrolle für die Konkretisierung und Umsetzung des Leitbilds zuerkannt. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Entwicklung einer nachhaltigen, zukunftsfähigen Wirtschafts- und Lebensweise neue Anforderungen an wissenschaftliche Forschung und technische Entwicklung stellt - und damit auch an die Forschungs- und Technologiepolitik. Um diesen gerecht zu werden, muß die Forschungs- und Technologiepolitik nach Ansicht der Enquête-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" "einen Paradigmenwechsel vollziehen", sie muß "neue Schwerpunkte verankern und bereits vorhandene Ansätze intensivieren" (Enquête-Kommission 1994: 66).

Thema der vorliegenden Untersuchung ist die Frage, welchen Beitrag die FuT-Politik in der Bundesrepublik Deutschland) zur Konkretisierung und Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung leisten kann und soll, und wie ihre gegenwärtigen Ziele, Konzepte und Instrumente im Hinblick darauf zu bewerten sind. Dabei ist grundsätzlich davon auszugehen, daß eine an einer nachhaltigen Wirtschaftsweise und Gesellschaftsentwicklung orientierte FuT-Politik sowohl durch einen veränderten Forschungsbedarf (d.h. durch neue inhaltlich-thematische Schwerpunkte) zu charakterisieren ist als auch durch entsprechende neue konzeptionelle Ansätze, Instrumente und institutionelle Strukturen (vgl. Enquête-Kommission 1994: 69ff).

Gegenstand und Ziel der vorliegenden Studie kann es nicht sein, die Erfordernisse einer nachhaltigen Entwicklung in der Bundesrepublik für die verschiedenen gesellschaftlichen Handlungsfelder zu skizzieren. Gleichwohl muß ein Grundverständnis von nachhaltiger Entwicklung skizziert werden, um überhaupt die Anforderungen an die FuT-Politik analysieren zu können. In weiten Teilen der öffentlichen Diskussion wird - nicht zuletzt anregt durch die Studien "Sustainable Netherlands" (1992) und "Zukunftsfähiges Deutschland" (1995) - nachhaltige Entwicklung vor allem über konkrete Zielsetzungen, insbesondere Reduktionsziele des Ressourcen- und Energieverbrauchs operationalisiert. Der Beitrag der FuT-Politik zur Nachhaltigkeit kann dann zunächst scheinbar unproblematisch bestimmt werden; er bestünde darin, Strategien zu erforschen und Innovationen zu entwickeln, die die Realisierung dieser Ziele ermöglichen.

¹ So lauten die geläufigsten deutschen Übersetzungen von sustainable development.

Obwohl solche Zielvorgaben für eine Operationalisierung von nachhaltiger Entwicklung zweifellos von großer Bedeutung sind, sind gegenüber einem solchen Zugang einige wichtige Einschränkungen zu formulieren:

- Die Zielvorgaben beruhen nicht nur auf unsicherem, sondern auch auf sich veränderndem wissenschaftlichen Wissen (z.B. über die Belastbarkeit von Ökosystemen) sowie auf wechselnden gesellschaftlichen Bewertungen. Die Ziele einer nachhaltigen Entwicklung stehen daher nicht ein für allemal fest, sondern werden selbst immer wieder revidiert und modifiziert. Nachhaltige Entwicklung ist daher nicht als zielgerichteter Prozeß zu vorgegebenen Nachhaltigkeits-Zuständen zu definieren, sondern schließt ein, daß neue wissenschaftliche Erkenntnisse sowie veränderte gesellschaftliche Bewertungen und Rahmenbedingungen immer wieder in einen offenen Prozeß der Zielformulierung einfließen können und müssen.
- Die Formulierung von konkreten Zielsetzungen, etwa Reduktionszielen des Ressourcenverbrauchs, sagt grundsätzlich noch nichts aus über die Art, wie diese Ziele erreicht werden können oder sollen. Häufig ist in der öffentlichen Diskussion mit solchen quantitativ formulierten, stofflich-energetischen Zielsetzungen jedoch eine Präferenz für rein technische Maßnahmen im Sinne einer "Effizienzrevolution" und Optimierung der bestehenden Technologie- und Produktlinien verbunden. Dadurch können aber notwendige strukturelle Innovationen verzögert oder verhindert werden, die langfristig nicht nur ökologisch, sondern auch ökonomisch effizienter sein würden.

Aus solchen Gründen halten wir es für entscheidend, solche zielorientierten Operationalisierungen von Nachhaltigkeit durch stärker prozeßorientierte Zugänge zu einer nachhaltigen *Entwicklung* zu ergänzen und zu erweitern. Das Konzept einer nachhaltigen Entwicklung basiert in einem solchen Verständnis auf der "Einsicht, daß ökonomische, soziale und ökologische Entwicklung nicht voneinander abgespalten und gegeneinander ausgespielt werden dürfen. Soll menschliche Entwicklung auf Dauer gesichert sein, sind diese drei Komponenten als eine immer wieder neu herzustellende notwendige Einheit zu betrachten." (SRU 1994: TZ 7) Demnach müssen in den verschiedenen Handlungs- und Politikfeldern Methoden, Instrumente und institutionelle Strukturen gefunden werden, um ökologische, ökonomische und soziale Aspekte immer wieder aufeinander zu beziehen und zu integrieren, wobei die Unterschiedlichkeit gesellschaftlicher Akteursgruppen und Interessenlagen ausdrücklich berücksichtigt werden muß.

Als allgemeine Ziele und normative Orientierungen eines solchen offenen und demokratisch zu gestaltenden "nachhaltigen" Entwicklungsprozesses lassen sich zurückgehend auf den Brundtland-Bericht die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen für zukünftige Generationen sowie die internationale Gerechtigkeit formulieren. Dieses grundlegende, *prozeßorientierte Verständnis* von nachhaltiger Entwicklung wird in der internationalen Diskussion häufig durch drei aus den Wirtschaftswissenschaften stammende Kriterien oder "Management-Regeln" weiter konkretisiert. Die Enquête-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" hat diese Regeln in der folgenden Form aufgenommen (Enquête-Kommission 1994: 32):

(1) Die Abbaurate erneuerbarer Ressourcen soll deren Regenerationsraten nicht überschreiten. Dies entspricht der Forderung nach Aufrechterhaltung der ökologischen Leistungsfähigkeit, d.h. (mindestens) nach Erhaltung des von den Funktionen her definierten ökologischen Realkapitals.

(2) Nicht-erneuerbare Ressourcen sollen nur in dem Umfang genutzt werden, in dem ein physisch und funktionell gleichwertiger Ersatz in Form erneuerbarer Ressourcen oder höherer Produktivität der erneuerbaren sowie der nicht-erneuerbaren Ressourcen geschaffen wird.

(3) Stoffeinträge in die Umwelt sollen sich an der Belastbarkeit der Umweltmedien orientieren, wobei alle Funktionen zu berücksichtigen sind, nicht zuletzt auch die "stille" und empfindlichere Regelungsfunktion.

Eine vierte Regel ist von der Enquête-Kommission selbst hinzugefügt worden:

(4) Das Zeitmaß anthropogener Einträge bzw. Eingriffe in die Umwelt muß im ausgewogenen Verhältnis zum Zeitmaß der für das Reaktionsvermögen der Umwelt relevanten natürlichen Prozesse stehen.

Diese Regeln lassen sich nur in Einzelfällen unmittelbar praktisch umsetzen und bedürfen daher selbst der weiteren Operationalisierung. Sie formulieren jedoch als einen allgemeinen, handlungsleitenden Rahmen für eine an Nachhaltigkeit orientierte Politik die folgenden inhaltlichen Zielperspektiven (vgl. auch Atmatzidis et al. 1995: 24):

- die Verringerung des Ressourcen- und Energieverbrauchs, vor allem des Verbrauchs an nicht-erneuerbaren Ressourcen und Energiequellen;
- die Vermeidung zumindest irreversibler Schädigungen von Ökosystemen (z.B. durch den Eintrag nicht abbaubarer und/oder toxischer Stoffe oder durch die Vernichtung von Arten)
- die Minimierung von Risikopotentialen
- sowie generell die Erhaltung von Entwicklungsmöglichkeiten und Handlungsspielräumen für zukünftige Generationen.

Den zitierten Regeln sind auch einige wichtige Anhaltspunkte für den inhaltlichen Forschungs- und Entwicklungsbedarf zu entnehmen, der aus einer Orientierung an nachhaltiger Entwicklung resultiert. Dieser betrifft vor allem die Weiterentwicklung der *Instrumente* und *Indikatoren* zur Konkretisierung, Bewertung, Messung und Überprüfung einer nachhaltigen Entwicklung. Unter den Instrumenten sind beispielsweise Ansätze des Stoffstrommanagements, Ökobilanzen oder Produktlinienbewertungen zu nennen; Indikatoren müssen sich auf die ökologische, die ökonomische, die soziale und die politisch-institutionelle Dimension beziehen. Entscheidend sind dabei vor allem Ansätze zur wechselseitigen Verknüpfung der Dimensionen und jeweiligen Indikatoren.

Für diese Aufgaben sind zweifellos verbesserte ökologisch-naturwissenschaftliche Grundlagenkenntnisse (etwa über Belastbarkeitsgrenzen von und Entlastungspotentiale für Ökosysteme) oder Ansätze zur Entwicklung umweltschonender Technologien erforderlich. Vor allem aber benötigt die Orientierung an nachhaltiger Entwicklung handlungsrelevantes Wissen über gesellschaftliche Umsetzungs- und Gestaltungsmöglichkeiten sowie über ökonomische, soziale und ökologische Veränderungspotentiale. Denn nur so können Handlungsansätze aufgezeigt werden, welche die gesellschaftliche Nutzung der natürlichen Umwelt tatsächlich an deren Belastbarkeit bzw. an gesellschaftlich formulierten Umweltqualitätszielen zu orientieren vermögen.

Dies läßt sich zu der These zuspitzen, daß die wirklich neuartige Herausforderung, die das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung für die Forschungs- und Technologiepolitik darstellt, vor allem darin besteht, Wissen und Forschungsprozesse zu Umwelt, Gesellschaft, Wirtschaft und Technik in einen produktiven Zusammenhang zu bringen und für integrierte Handlungs- und Entwicklungsstrategien nutzbar zu machen. Dabei müssen einerseits grundlagenorientierte und anwendungsbezogene Forschungen, andererseits natur-, ingenieur-, wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Zugänge und Disziplinen miteinander verknüpft und integriert werden. Auch die Enquête-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" geht deshalb davon aus, daß "zur Ableitung zukunftsverträglicher Lösungen natur- und ingenieurwissenschaftliche im Verbund mit wirtschafts-, sozial- und rechtswissenschaftlichen Fragestellungen untersucht werden (müssen). Notwendig ist - über die Förderung der naturwissenschaftlichen Umwelt-

forschung hinaus - die Intensivierung interdisziplinärer, problem- und lösungsorientierter Forschungsarbeiten, um gesellschaftliche Handlungsoptionen erarbeiten zu können." (Enquête-Kommission 1994: 67)

Erforderlich ist in diesem Kontext auch eine deutliche Steigerung der wissenschaftlichen Selbstreflexivität und Verantwortlichkeit: Gerade weil nachhaltige Entwicklung auf den Erhalt von Handlungsspielräumen für zukünftige Generationen zielt, müssen Forschung und Entwicklung ein sehr viel schärferes Bewußtsein der möglichen Folgen wissenschaftlich-technischer Innovationen in Gesellschaft und Umwelt gewinnen. Insbesondere bloße Problemverlagerungen durch sektorale wissenschaftlich-technische Handlungsansätze, unkontrollierbare technische Risiken sowie irreversible Eingriffe in ökologische Zusammenhänge sind frühzeitig zu reflektieren und gegebenenfalls zu vermeiden. Dies konfrontiert die FuT-Politik mit neuen Anforderungen in den bisher nur wenig geförderten Feldern der Wissenschaftsforschung, der Technikforschung und Technikfolgenabschätzung.

1.2. Forschungspolitische Kontexte

Soll die Orientierung der FuT-Politik am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung nicht ein rein normatives Postulat bleiben, ist es notwendig, diese Orientierung mit aktuellen Tendenzen und Veränderungen in Wissenschaft und Forschungspolitik in Zusammenhang zu bringen. Dadurch könnten umgekehrt diese Tendenzen unter neuen Perspektiven gebündelt werden. Für die Diskussion um eine "nachhaltige FuT-Politik" sind vor allem zwei aktuelle Entwicklungen im Feld der Forschungspolitik von Bedeutung:

a) In den letzten Jahren sind grundlegende Veränderungen in der Wissenschaftslandschaft und in den Formen der Erzeugung, Überprüfung und Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse zu beobachten, die teilweise auch bereits zu neuen Ansätzen in der Forschungs- und Technologiepolitik geführt haben. Eine der wichtigsten dieser Veränderungen ist darin zu sehen, daß die tradierten Unterscheidungen zwischen Grundlagenforschung und angewandter Forschung immer fragwürdiger (und für die Forschungspolitik immer weniger praktikabel) werden. Der Wissenschaftsrat (1994b: 5) beispielsweise unterscheidet stattdessen zwischen

- erkenntnisorientierter (reiner) Grundlagenforschung
- anwendungsorientierter Grundlagenforschung sowie
- produktorientierter Anwendungsforschung.

Hinzugefügt wird, daß sich auch das Verhältnis von Wissenschaft und Technik grundlegend gewandelt hat: "Technik ist nicht mehr nur ein Anwendungsfall von Wissenschaft, vielmehr ist Wissenschaft durch die Technik und durch neuartige Technologien - und die mit ihnen gegebene Beobachtungsgenauigkeit und Beherrschung von Komplexität - entscheidend vorangetrieben worden. Wissenschaftliche Forschungsprozesse sind nicht nur abhängig von technologischem Wissen und Können, sie werden auch zunehmend durch diese selbst gelenkt." (Wissenschaftsrat 1994b: 4)

Vor allem die Forschungstypen der anwendungsorientierten Grundlagenforschung und der produktorientierten Anwendungsforschung erlangen gegenwärtig immer größere Bedeutung und Aufmerksamkeit in der FuT-Politik. Dagegen findet reine Grundlagenforschung in immer weniger Feldern statt; der Wissenschaftsrat nennt als Beispiele hierfür die Elementarteilchenphysik und die Kosmologie. Manche Autoren interpretieren diese Veränderungen sogar als die Herausbildung einer grundlegend neuen Form der Erzeugung des wissenschaftlichen Wissens, die sie in Ermangelung einer geeigneten Begrifflichkeit als "Modus 2" bezeichnen (Gibbons et al. 1994; vgl. auch Felt et al. 1995). "Die neue Form des Wissens entsteht im Kontext der Anwen-

derung, das Wissen soll von vornherein nützlich sein, sei es für Regierungen, die Industrie oder Nichtregierungsorganisationen." (Weingart 1995: 46) Dieses Wissen entstehe in einer Vielzahl von Institutionen, es sei inter- oder transdisziplinär und nicht die Disziplinen, sondern die "jeweiligen Problemkontexte" entscheiden über die Validierung und Fortsetzung der Forschung (ebd.). Als ein wichtiges Beispiel für transdisziplinäres Wissen im "Modus 2" wird immer wieder die Umweltforschung genannt.

- Die FuT-Politik hat in verschiedener Weise auf die skizzierten Tendenzen reagiert. Eine der wichtigsten Reaktionen besteht sicherlich in den Versuchen, wissenschaftliche Forschungsergebnisse sehr viel direkter und schneller einer vor allem wirtschaftlichen Anwendung zuzuführen - und damit auch zu einer effizienteren Verwendung der knapper werdenden Forschungsgelder zu kommen. Dafür sind eine Reihe von Formen und Institutionen insbesondere des Technologietransfers zwischen Wissenschaft und Wirtschaft geschaffen worden; daneben sind neue Formen der Wissenschaftsbeobachtung und der Politikberatung etabliert worden, die einen Beitrag zur Verbesserung dieses Transfers leisten sollen. In der Bundesrepublik sind dies z.B. die Anwendung des Delphi-Verfahrens zur Abschätzung wissenschaftlicher Trends sowie der 1995 von der Bundesregierung ins Leben gerufene "Rat für Forschung, Technologie und Innovation".

Für eine an nachhaltiger Entwicklung orientierte FuT-Politik bieten die skizzierten Veränderungen wichtige Anknüpfungspunkte. Zu nennen sind insbesondere die stärkere Verknüpfung von Grundlagen- und Anwendungsaspekten, der Versuch, wissenschaftlich-technische Trends und ihre möglichen Folgen frühzeitig abzuschätzen sowie die Orientierung wissenschaftlicher Fragestellungen an disziplinübergreifenden Problemkonstellationen. Ob die in diesem Horizont geschaffenen Institutionen, die im wesentlichen auf einen Technologietransfer zwischen Forschung und industrieller Verwertung sowie auf gesellschaftliche Akzeptanz für neue Technologien zielen, für eine Orientierung an nachhaltiger Entwicklung ausreichend und adäquat sind, muß hingegen genauer überprüft werden.

b) Einen zweiten für unsere Fragestellungen hochgradig relevanten Diskussionskontext bildet die zunehmende Problematisierung des bisherigen Typus naturwissenschaftlich-technischer, häufig sektoraler und nachgeschalteter Umweltforschung. Diese hat sich seit Anfang der 70er Jahre in engem Kontakt mit administrativer Umweltpolitik herausgebildet und unbestritten zur Verminderung einer ganzen Reihe von Umweltbelastungen beigetragen. Seit einigen Jahren tritt jedoch immer deutlicher hervor, daß diese Form einer reaktiven und disziplinären Umweltforschung an strukturelle Grenzen stößt. Daher wird von verschiedener Seite darauf hingewiesen, daß für eine adäquate Bearbeitung ökologischer Probleme eine interdisziplinäre Forschung unter gleichberechtigter Einbeziehung der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften erforderlich ist (vgl. vor allem Wissenschaftsrat 1994a, sowie Jahn/Wehling 1992, ISOE 1994). Innerhalb des Feldes der Umweltechnik wurde gleichzeitig die Notwendigkeit hervorgehoben, von nachgeschalteten, "additiven" Filter- und Reinigungstechniken zu produktions- und produktintegrierten Umwelttechnologien überzugehen, die Schadstoffemissionen und Umweltbelastungen gar nicht erst entstehen lassen (vgl. Coenen et al. 1995). Darüber hinaus ist betont worden, daß Umweltforschung auch gesellschaftliche Handlungsstrategien und Lösungsvorschläge erarbeiten muß, die nicht auf staatlich-administrative Regelungen und/oder technische Lösungsvorschläge begrenzt bleiben. Dies erfordere neue konzeptionelle und strategische Zugänge in Umweltforschung und -technikentwicklung. In diesem Zusammenhang ist auch kritisiert worden, daß Umweltforschung bisher die jeweiligen Handlungsmöglichkeiten und strukturellen

Handlungsgrenzen der unterschiedlichen gesellschaftlichen Akteure und Gruppen viel zu wenig berücksichtigt hat.

Insbesondere sind bisher die Handlungskontexte und Gestaltungsmöglichkeiten von Frauen in der Umweltforschung wenig aufgenommen worden; gleichfalls kaum thematisiert werden die Auswirkungen, die von der Einführung von Umwelttechnologien und anderen Umweltschutzmaßnahmen auf die Lebens- und Arbeitszusammenhänge von Frauen zu erwarten sind bzw. die bei ihrer Umsetzung dann tatsächlich festzustellen sind (vgl. Schultz/Weiland 1991; Schultz/Weller 1995). Die Geschlechterverhältnisse wirken sich aber nicht nur in Hinblick auf die Wahrnehmung und Beteiligung der Akteure in Umweltforschung und Umweltpolitik aus, sondern bestimmen bereits die Definition von Umweltproblemen insofern mit, als hier im wesentlichen ein naturwissenschaftlich-technisches Problemverständnis dominiert, dessen selektive Wahrnehmungen die feministische (Natur)Wissenschaftskritik an vielen Beispielen aufgezeigt hat (vgl. die Übersicht bei Weller 1995).

Deutliche Bestätigung erfahren diese Kritikpunkte dadurch, daß in immer mehr umweltpolitischen Handlungsbereichen (etwa der Verkehrspolitik oder der Müllpolitik) die Potentiale nachgeschalteter, technischer Lösungen weitgehend ausgeschöpft sind. Umweltforschung ist daher in den letzten Jahren zumindest teilweise von einer reaktiven, häufig umweltmedial begrenzten Folgenanalyse und Symptombehandlung zu einer medienübergreifenden, ursachenbezogenen Erforschung komplexer gesellschaftlicher Handlungsfelder übergegangen und versucht, Möglichkeiten zu grundlegenden strukturellen Innovationen und ökologischen Entlastungen aufzuzeigen. Auf diese Weise wird Umweltforschung von einem sektoralen Forschungsfeld zu einer ressortübergreifenden Querschnittsaufgabe - und nähert sich damit den Fragestellungen einer nachhaltigen Entwicklung an. Eine an diesem Leitbild orientierte Forschungs- und Technologiepolitik kann daher in hohem Maße an die konzeptionellen und methodischen Entwicklungen im Feld der Umweltforschung und -technik anknüpfen: Viele der in verschiedenen Kontexten vorgeschlagenen und diskutierten Ansätze und Überlegungen zur Konkretisierung einer interdisziplinären Umweltforschung sind für eine "nachhaltige Forschungspolitik" von zentraler Bedeutung. Dies darf umgekehrt nicht zu dem Schluß verleiten, die Konkretisierung und Umsetzung von Wegen zu einer nachhaltigen Entwicklung sei allein eine Angelegenheit der Umweltforschung. Vielmehr erfordert die Orientierung an nachhaltiger Entwicklung übergreifende Umstrukturierungen und Neuorientierungen auch in den anderen Feldern der FuT-Politik.

2. Methodisch-konzeptionelle Kriterien für eine an nachhaltiger Entwicklung orientierte Forschungspolitik und -förderung

Für die Orientierung der FuT-Politik an nachhaltiger Entwicklung ist zweifellos eine Konzentration auf neue Themen und inhaltliche Fragestellungen erforderlich, etwa auf die Ermittlung der Umweltverbräuche bestimmter Produkte und Dienstleistungen, um überhaupt gesicherte Bewertungsgrundlagen für Ansätze zur Nachhaltigkeit zu schaffen. Dennoch kann eine an Nachhaltigkeit orientierte Forschungspolitik über eine Aufzählung und Aneinanderreihung inhaltlicher Fragestellungen allein nicht hinreichend beschrieben werden. Für die erforderliche Integration ökologischer, sozialer, ökonomischer und technischer Aspekte (vgl. Kap. 1) werden vielmehr neuartige methodisch-konzeptionelle Zugänge sowohl in der Forschung als auch in der Forschungspolitik benötigt, etwa eine verstärkte Förderung interdisziplinärer und problemorientierter Untersuchungen oder die Einbeziehung der Handlungsmöglichkeiten sozialer Akteure. Daher ist davon auszugehen, daß die Bearbeitung der inhaltlichen Fragestellungen in der Regel nur dann adäquat sein wird, wenn sie zugleich mit innovativen konzeptionellen Ansätzen verknüpft sind.

Vor diesem Hintergrund werden im folgenden sechs allgemeiner gefaßte methodisch und konzeptionell orientierte Kriterien für eine an nachhaltiger Entwicklung ausgerichtete Forschungs- und Technologiepolitik formuliert, begründet und ausführlicher dargestellt:

- 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 zielen in erster Linie auf die konzeptionellen Zugänge der Forschung und Technologieentwicklung. Sie geben keine konkreten Inhalte vor, sondern stellen übergreifende konzeptionelle, methodische und prozedurale Orientierungen dar, die für die adäquate Bearbeitung der inhaltlichen Fragen unverzichtbar sind. Damit sollen diese Kriterien die Verbindung von inhaltlichen Zielen und konzeptionell-methodischen Zugängen ermöglichen. Die Kriterien sind nicht unmittelbar in Instrumente der Forschungs- und Technologieförderung übersetzbar, sie bieten aber einen Orientierungsrahmen für die Ausgestaltung der Instrumente einer "nachhaltigen Forschungspolitik" (vgl. dazu ausführlicher Kap. 5). Und sie ermöglichen zugleich eine Bewertung der gegenwärtigen Instrumente, Methoden und Programme der Forschungs- und Technologiepolitik unter dem Aspekt, ob und wieweit diese an nachhaltiger Entwicklung ausgerichtet sind.

Die nachfolgend genauer erläuterten Kriterien sind zum überwiegenden Teil in eigenen Vorarbeiten und Überlegungen zur Skizzierung einer problemadäquaten, interdisziplinären, zukunftsfähigen Umweltforschung entwickelt worden (vgl. Jahn/Wehling 1992; Becker 1993; ISOE 1994; Jahn/Wehling 1995). Unter dem weiter gefaßten Gesichtspunkt der nachhaltigen Entwicklung sind sie überprüft, ergänzt und präzisiert worden. Dabei sind die Ergebnisse der bisherigen Diskussion zur Konkretisierung und Operationalisierung von nachhaltiger Entwicklung ebenso berücksichtigt worden wie die im Kap. 3.2. ausführlicher vorgestellten neueren Forschungskonzeptionen des

BMBF. Auch die während der Projektbearbeitung geführten sieben Interviews² sind in die Formulierung der Kriterien eingeflossen.³

A) *Problemorientierte Interdisziplinarität*

Das Leitbild nachhaltige Entwicklung zielt auf die Integration ökologischer, ökonomischer, technischer und sozialer Aspekte und Entwicklungsprozesse. Daher ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit natur-, ingenieur-, wirtschafts- und sozialwissenschaftlicher Disziplinen ein unverzichtbares Element sowohl bei der

Konkretisierung des Leitbildes als auch bei der Formulierung von Umsetzungsperspektiven.⁴ Von zentraler Bedeutung 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). Andernfalls würden bestimmte Forschungsrichtungen von vornherein darauf beschränkt, nur Teilaspekte der von anderen Disziplinen schon vorgenommenen Problembeschreibung und -lösung zu untersuchen.⁵

Die Forderung nach Interdisziplinarität der Forschung im allgemeinen, der Umweltforschung im besonderen, wird allerdings 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 selbst zum Gegenstand machen und versuchen, ihre blockierende Wirkung zumindest abzuschwächen.

Die wesentlichen Schwierigkeiten und Blockaden bestehen einerseits in den institutionellen Strukturen der Wissenschaftslandschaft, andererseits in konkreten Umsetzungsproblemen in einzelnen Forschungsprogrammen oder -projekten. In dem ersten Kon-

² Geführt wurden Gespräche mit Herrn Schulz (BMBF, Umweltforschung), Herrn Matthes (BMBF, Mobilitätsforschung), Frau Looß und Herrn Summerer (UBA), Frau Kruse (WBGU/Wissenschaftsrat), Frau Rodenstein (Universität Frankfurt), Herrn Karte (DFG, Koordination Umweltforschung) sowie Herrn Findeisen, Herrn Höfer und Herrn Voss (BDI).

³ Ebenfalls sechs, teilweise sehr ähnliche Kriterien zur Beurteilung von Forschungsvorhaben unter dem Gesichtspunkt der nachhaltigen Entwicklung sind am Umweltbundesamt formuliert worden (vgl. Gespräch mit Looß u. Summerer): Ressourcenschonung; Querschnittsorientierung; langfristige Orientierung; Orientierung am Vorsorgeprinzip; Prozeßorientierung; transnationaler Bezug. Allerdings sind hier inhaltliche Zielperspektiven (z.B. Ressourcenschonung) und methodische Zugänge (etwa Querschnittsorientierung) nicht deutlich getrennt.

⁴ Neuerdings wird in diesem Zusammenhang vielfach auch von "Transdisziplinarität" gesprochen; da die Unterscheidung zwischen den beiden Begriffen bisher sehr undeutlich ist, behalten wir den geläufigeren Begriff der Interdisziplinarität bei. Unbestritten ist hingegen, daß eine multidisziplinäre Arbeitsform im Sinne der nachträglichen Addition disziplinärer Detail- und Spezialergebnisse für die Konkretisierung einer nachhaltigen Entwicklung nicht ausreichen wird.

⁵ Das war und ist innerhalb der bisherigen Umweltforschung häufig der Fall, wenn etwa die Sozialwissenschaften nur dazu herangezogen werden, die gesellschaftlichen Folgen und Akzeptanzbedingungen vorgegebener technischer Lösungsansätze zu erforschen. Für die Diskussion um nachhaltige Entwicklung würde dies die Gefahr bergen, daß sich die ohnehin bereits bestehende Kluft zwischen "effizienz"-orientierten technischen und kulturellen "suffizienz"-orientierten Ansätzen noch weiter vertiefen würde.

text muß die Forschungspolitik mit strukturbildenden Ansätzen zur Förderung interdisziplinärer Arbeitszusammenhänge reagieren. Da es hierbei um problemorientierte Forschung mit wechselnden thematischen Bezügen geht, sollte das Ziel solcher Förderansätze nicht die Etablierung großer Forschungsinstitute mit einer festgelegten Fächerstruktur sein, sondern die Unterstützung flexibler, thematisch konzentrierter Verbände unterschiedlicher Einrichtungen sowie von "Instituten auf Zeit". Dies hat auch der Wissenschaftsrat in seinen Vorschlägen zur institutionellen Struktur der Umweltforschung hervorgehoben (vgl. Wissenschaftsrat 1994a: 182f.). Zugleich muß durch entsprechende Förderansätze die interdisziplinäre Kooperationsfähigkeit der WissenschaftlerInnen erhöht werden. Dies schließt ein, auch die disziplinäre Forschung unter thematischen Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit zu verbessern, um überhaupt Anschlußpunkte für Interdisziplinarität zu schaffen.

Hinsichtlich der konkreten Umsetzungsprobleme interdisziplinären Arbeitens in einzelnen Forschungsprogrammen oder -projekten sind Möglichkeiten für die beteiligten WissenschaftlerInnen zu schaffen, die auftretenden Schwierigkeiten und Hindernisse zu analysieren und theoretisch und methodisch zu reflektieren.⁶ Der Spielraum für solche Reflexionsprozesse muß bei der Forschungsförderung sowohl in zeitlicher als auch in finanzieller Hinsicht angemessen berücksichtigt werden. Andernfalls bleibt die postulierte Interdisziplinarität rein programmatisch, und die angestrebten Ziele werden auch dann verfehlt, wenn durchaus anspruchsvolle und erfolgreiche disziplinäre Forschung betrieben wird.⁷

Einen weiteren wichtigen Aspekt, der bei der Förderung interdisziplinärer Forschung zu berücksichtigen ist, stellt die Verbesserung der institutionen-übergreifenden Zusammenarbeit dar. Forschungseinrichtungen in den verschiedenen Sektoren des Wissenschaftssystems (z.B. Hochschulen, staatlich finanzierte außeruniversitäre Forschung, Ressortforschungseinrichtungen oder unabhängige wissenschaftliche Institute) nehmen gesellschaftliche Problemlagen und wissenschaftliche Fragestellungen unter verschiedenen, sich ergänzenden Perspektiven wahr. Sie folgen dabei aber auch unterschiedlichen institutionellen "Logiken" und Handlungsrouninen, die eine Zusammenarbeit erschweren. Auch solche Hindernisse sind sowohl bei der Förderung einzelner Projekte oder Programme zu berücksichtigen als auch bei strukturbildenden Ansätzen. Wichtig ist dieser Aspekt auch im Hinblick auf die für eine Orientierung an nachhaltiger Entwicklung notwendige Kooperation (und Kooperationsfähigkeit) wissenschaftlicher Einrichtungen mit Akteuren der Praxis, seien es staatliche Behörden, Unternehmen oder gesellschaftliche Gruppen.

B) Verbindung von grundlagen- und theoriebezogener Forschung mit Anwendungs- und Gestaltungsorientierung

Eine an nachhaltiger Entwicklung orientierte Forschung kann weder reine Grundlagenforschung noch bloß angewandte Forschung (im Sinne einer einfachen Anwendung

⁶ Als ein positiver Ansatz dazu ist beispielsweise die Einrichtung eines begleitenden Theorieseminars im BMBF-Förderschwerpunkt Stadtökologie zu werten.

⁷ Erinnert sei an das UNESCO-Forschungsprogramm "Man and the Biosphere" (MAB), das bereits Anfang der 70er Jahre mit dem ambitionierten Anspruch interdisziplinärer Zusammenarbeit von Natur- und Sozialwissenschaften gestartet war. Insgesamt bot dieses Programm zu wenig Möglichkeiten, die verschiedenen Hindernisse einer solchen Zusammenarbeit zu reflektieren und praktisch zu bearbeiten. Häufig konnten daher nur multidisziplinäre Forschungen realisiert werden, und insbesondere die Einbeziehung der Sozial- und Kulturwissenschaften blieb weit hinter den programmatischen Ansprüchen zurück.

vorliegenden Grundlagenwissens) sein. Dies ergibt sich aus ihrem problembezogenen, disziplinübergreifenden und gestaltungsorientierten Charakter. 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.

Problemorientierte interdisziplinäre Forschung schafft auf diese Weise spezifische Formen der wechselseitigen Verknüpfung grundlagen- und anwendungsbezogener Fragestellungen und Forschungen (vgl. auch Bechmann et al. 1995:100ff.). Die Forschungs- und Technologiepolitik muß geeignete Ansätze und Förderinstrumente bereitstellen, um solche Verknüpfungen forschungspraktisch zu ermöglichen und zu verbessern. Dabei ist auch der bereits erwähnte Aspekt der interinstitutionellen Zusammenarbeit zwischen grundlagenbezogenen und anwendungsorientierten Forschungseinrichtungen besonders zu berücksichtigen.

Die Verbindung grundlagen- und anwendungsorientierter Forschung schließt nicht aus, daß in bestimmten Forschungsvorhaben oder -programmen zu nachhaltiger Entwicklung die grundlagenbezogenen Fragestellungen stärker akzentuiert werden, in anderen dagegen die Anwendungsprobleme. Die Rückbindung zu den konkreten Problemkontexten muß dabei aber gewahrt bleiben bzw. immer wieder hergestellt werden. Insbesondere der Verselbständigung disziplinärer Grundlagenforschung (oder ihrer semantischen "Umetükkettierung"), die auch im Feld der Umweltforschung nicht selten zu beobachten ist, muß unter dem Gesichtspunkt der nachhaltigen Entwicklung durch geeignete Formen der Forschungsförderung und -bewertung vorgebeugt werden.

Der hier skizzierte Typus einer problemorientierten Forschung, die Grundlagen- und Anwendungsaspekte miteinander verknüpft, weist gewisse Parallelen zur "anwendungsorientierten Grundlagenforschung" auf, auf deren Förderung die FuT-Politik sich in den letzten Jahren immer stärker konzentriert hat. Der Wissenschaftsrat charakterisiert diese als einen Forschungstyp, "von dessen Ergebnissen Anwendungen zwar langfristig erhofft werden. Doch sind diese nicht derart, daß sie direkte Umsetzungen in marktfähige Produkte in den für Industrieunternehmen typischen Planungszeiträumen erwarten lassen. (...) Anwendung ist intendiert, auch wenn die Wege zwischen Forschung und Anwendung unübersichtlich sind und, wenn sie gangbar werden sollten, ihrerseits noch einmal forschungsintensiv sind." (Wissenschaftsrat 1994b: 4) Wichtig ist hieran, daß die Anwendung von Grundlagenwissen sich keineswegs "von selbst" ergibt, sondern bestimmte "Übersetzungsschritte" erfordert und daher selbst zum Gegenstand und Ziel der Forschung werden muß. Zugleich treten durch die zitierte Beschreibung auch die Unterschiede zwischen problemorientierter Forschung und anwendungsorientierter Grundlagenforschung deutlicher hervor: Denn bei problemorientierter Forschung handelt es sich weniger um eine zeitliche Abfolge von Grundlagenklärung und Anwendung als vielmehr um eine Art "simultaner" Verknüpfung beider Aspekte. Und die Anwendungsbezüge beschränken sich bei problembezogener Forschung nicht allein und nicht von vorneherein auf die Entwicklung marktfähiger Produkte, sondern umfassen gesellschaftliche Handlungsmöglichkeiten in einer sehr viel weiteren Perspektive.

C) Langfrist- und Folgenabschätzungsorientierung

Mit der Orientierung an den Bedürfnissen zukünftiger Generationen und dem Postulat der dauerhaften Sicherung der natürlichen Grundlagen gesellschaftlicher Entwicklung führt das Leitbild sustainable development neue langfristige Zeithorizonte in Forschung

und Forschungspolitik ein. 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 Vorhersage und Abschätzung der möglichen Folgen gesellschaftlicher Entwicklungen, politischer Maßnahmen und insbesondere wissenschaftlicher-technischer Innovationen einen zentralen Stellenwert gewinnt. Dies wirft eine ganze Reihe von Fragestellungen und Problemen für die FuT-Politik auf, für die nur teilweise auf vorhandene Ansätze zurückgegriffen werden kann:

Zunächst impliziert diese Langzeitorientierung, daß 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 rücken. Dies erfordert ein neues Verständnis von technischen wie auch sozialen Innovationen und neue methodisch-konzeptionelle Zugänge zu ihnen. Dabei erweist sich bereits die Wahl des adäquaten Zeithorizonts als nicht unproblematisch: Wird die zeitliche Perspektive zu sehr ausgeweitet, gewinnen Aussagen immer stärker den Charakter des Spekulativen; ist der Zeithorizont dagegen zu eng, besteht die Gefahr, daß grundlegende strukturelle Innovationspotentiale verfehlt werden.

Zweitens sind die in den letzten Jahren entstandenen konzeptionellen und institutionellen Ansätze zur Technikbeobachtung, -bewertung und -folgenabschätzung erheblich auszubauen. Angesichts der oben beschriebenen stärkeren Verknüpfungen von Grundlagen- und angewandter Forschung einerseits, von Wissenschaft und Technik andererseits ist der Ansatz der Technikfolgenabschätzung im Sinne eines integrierten "science and technology assessment" auf die Wissenschaft auszuweiten (vgl. Gill 1994a). Dabei stößt insbesondere die Analyse und Abschätzung der möglichen Folgen grundlagennaher Forschungen auf erhebliche theoretische und methodische Schwierigkeiten, da potentielle Anwendungen oder Anwendungsfelder hier zwar präformiert werden, häufig aber noch kaum erkennbar sind.⁸ Zudem sind auch politische und gesellschaftliche Handlungsstrategien mit TA-Methoden auf ihre Folgen hin zu analysieren.

Drittens, und in engem Zusammenhang damit, sind geeignete Methoden, Formen und Institutionen einer Prognose zukünftiger wissenschaftlich-technischer Trends und Entwicklungen im Sinne einer forschungsbezogenen "Prospektion" (Wissenschaftsrat 1994b; Weingart 1995) oder einer "forschungspolitischen Früherkennung" (Schweizerischer Wissenschaftsrat) erforderlich. Verfahren der Prospektion dienen dazu, sowohl Innovations- als auch Risikopotentiale bestimmter Forschungsfelder und technologischer Entwicklungslinien möglichst frühzeitig zu erkennen, um Politik und Gesellschaft Handlungsoptionen zu eröffnen. Damit könnte Prospektion der Forschung auch einen Ansatz darstellen, um eine stärkere Ausrichtung der Wissenschaft an langfristigen gesellschaftlichen Zielen zu erreichen (Carnegie Commission 1992; Weingart 1995).

D) Verbindung von regionalen und globalen Analyseebenen

Nachhaltige Entwicklung ist in supranationalen Kontexten als ein internationales Leitbild der Umwelt- und Entwicklungspolitik entstanden. Es formuliert eine internationale Perspektive auf die Problemzusammenhänge von wirtschaftlicher Entwicklung und Umweltbelastung und steht daher in engem Zusammenhang mit den Themen der

⁸ Dies trifft, zumindest teilweise, auch auf die Materialforschung zu (vgl. dazu unten Kap. 3).

sogenannten "Global Change"-Forschung, insbesondere mit den Ursachen und Folgen einer globalen Klimaveränderung. Auf der anderen Seite ist evident, daß auch globale Umweltgefährdungen differenzierte lokale und regionale Ursachen und Ausprägungen haben und daß Handlungsmöglichkeiten auf globaler bzw. internationaler Ebene durch solche auf nationalstaatlicher, regionaler und lokaler Ebene ergänzt, erweitert und fundiert werden müssen, um dem Ziel einer nachhaltigen Wirtschafts- und Lebensweise näher zu kommen (vgl. auch Enquête-Kommission 1994: 36ff.). Aus diesem Grund sind nicht nur - ausgelöst durch den Aktionsplan "Sustainable Netherlands" eine Reihe von Versuchen zur Konkretisierung von nachhaltiger Entwicklung im nationalstaatlichen Rahmen entstanden, sondern es sind auch zahlreiche Ansätze, Konzepte und Modelle für eine nachhaltige Entwicklung auf regionaler und lokaler Ebene erarbeitet worden (vgl. Spehl/Tischer 1994). Der Region wird dabei vielfach eine besondere Nähe zu und Bedeutung für Nachhaltigkeits-Ansätze zuerkannt, vor allem wegen der Möglichkeiten zur Nutzung regionaler naturräumlicher Potentiale und zum Aufbau wirkungsvoller Akteurskooperationen.

Globale und regionale Handlungs- und Analyseebenen werden auf diese Weise durch das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung miteinander in Beziehung gesetzt. Die Auflösung dieser Spannung nach der einen Seite birgt die Gefahr eines technokratischen Krisenmanagements auf supranationaler Ebene, während sie auf der anderen Seite zu kleinräumigen Abgrenzungs- und Autarkiebestrebungen führen kann. Das bedeutet, daß die Untersuchung der Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen diesen beiden Dimensionen zu einem zentralen Aspekt von Forschungen zu nachhaltiger Entwicklung werden muß, nicht zuletzt auch, 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/oder 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 Forschungsk Kooperationen mit anderen Ländern, insbesondere aus der "Dritten Welt" aufzubauen. Dafür sollten entsprechende Programme und Strukturen geschaffen bzw. ausgebaut werden, wie es auch der Wissenschaftsrat empfohlen hat (vgl. Wissenschaftsrat 1994a: 124 ff.). Zweitens muß die FuT-Politik verstärkt regional orientierte Zugänge zu Fragestellungen einer nachhaltigen Entwicklung initiieren und fördern. Drittens sind Ansätze und Formen zu entwickeln, um den Zusammenhang zwischen den beiden Forschungsdimensionen und sichtbar zu machen und Verknüpfungen zwischen den entsprechenden Forschungsprogrammen herzustellen.⁹

⁹ Einen möglichen konzeptionellen Rahmen hierfür hat der Wissenschaftliche Beirat Globale Umweltveränderungen der Bundesregierung (WBGU) mit dem "Syndrom-Ansatz" vorgeschlagen. Dieser Ansatz versucht, die Phänomene des globalen Wandels in eine Reihe von idealtypischen regionalen Problemkonstellationen oder "Syndromen" zu übersetzen, um auf diese Weise die Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen globalen und regionalen Verursachungsdimensionen und Lösungsansätzen bearbeiten zu können.

E) Orientierung an gesellschaftlichen Bedürfnisfeldern

Der konzeptionelle Ansatz bei gesellschaftlichen Bedürfnisfeldern ist vor allem von der Enquête-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" in die Debatte um nachhaltige Entwicklung und ein nachhaltiges Stoffstrommanagement eingeführt¹⁰ und von verschiedener Seite aufgegriffen worden. Dieser konzeptionelle Zugang korrespondiert auch mit der an Bedürfnissen orientierten Definition von nachhaltiger Entwicklung aus dem Brundtland-Bericht von 1987. Als wichtigste Bedürfnisfelder werden gegenwärtig in der Diskussion genannt: Ernährung; Wohnen und Bauen; Bekleidung/Textilien; Gesundheit; Arbeit; Bildung; Mobilität; Freizeit/Erholung.¹¹

Für die FuT-Politik bedeutet die Orientierung an Bedürfnisfeldern einen grundlegenden Perspektivenwechsel: Denn Forschung und Entwicklung orientieren sich dabei nicht mehr primär an (bestehenden) Technologien, Stoffen, Produkten oder Produktlinien und deren Optimierung, sondern an der zukunftsfähigen, umweltschonenden, wirtschaftlichen und sozial gerechten Organisation, der kulturellen und technischen Regulierung und der Weiterentwicklung übergreifender gesellschaftlicher Bedürfnis- und Handlungsfelder. Dies ermöglicht und erfordert den Vergleich unterschiedlicher Handlungsstrategien und Lösungsansätze unter ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Aspekten, 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 Enquête-Kommission spricht in diesem Zusammenhang von "systemübergreifenden, ganzheitlichen Problemanalysen und Problemlösungen" (Enquête-Kommission 1994: 68). 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.¹² Einen wichtigen Anstoß für diesen Perspektivenwechsel hat das Prinzip des Least Cost Planning in der Energiewirtschaft geliefert, das nicht mehr auf die Steigerung der Energieerzeugung zielt, sondern den gesellschaftlichen Nutzen kostengünstiger durch Einsparmaßnahmen erreichen will.

Die für die Erfassung eines Bedürfnisfeldes und für die Untersuchung der darin auftretenden Stoffströme, der bestehenden Handlungsmöglichkeiten und Innovations-

¹⁰ In ihrem Bericht über "Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen" (Enquête-Kommission 1994) hat sich die Kommission u.a. exemplarisch auf die beiden Bedürfnisfelder Bekleidung/Textilien und Mobilität bezogen.

¹¹ Bisher gibt es noch kaum eine gesellschaftliche Auseinandersetzung, geschweigen denn einen Konsens darüber, wie Bedürfnisfelder definiert und abgegrenzt werden können und sollen. So finden sich z.T. sehr unterschiedliche Akzentuierungen in der politischen und/oder wissenschaftlichen Diskussion. Gelegentlich wird auch von Bedarfefeldern gesprochen, worunter aber eher die Versorgung mit bestimmten Infrastrukturleistungen und Gütern verstanden werden sollte. Die Initiierung einer gesellschaftlichen Debatte über die Definition von Bedürfnisfeldern ist vor diesem Hintergrund selbst eine wichtige Aufgabe der Forschungspolitik. Ein Ansatz zu ihrer Konkretisierung ließe sich aus dem Konzept gesellschaftlicher Naturverhältnisse ableiten (vgl. Jahn 1990).

¹² Die Orientierung an Bedürfnisfeldern stellt einen neuen analytischen und konzeptionellen Zugang dar, kein normatives Prinzip. Sie impliziert daher auch nicht eine Bewertung einzelner Bedürfnisse, bietet aber einen Rahmen, gesellschaftliche Reflexionsprozesse über die gegenwärtigen Formen der Bedürfnisbefriedigung zu initiieren und Ansätze für die in der Agenda 21 angestrebten "nachhaltigen Konsummuster" zu konkretisieren.

potentiale zuständigen wissenschaftlichen Ansätze sind häufig nicht nur disziplinär, sondern auch nach Anwendungskontexten, Institutionen und Ressorts getrennt. Eine "nachhaltige Forschungspolitik" muß daher neue Formen der Forschungsförderung und -koordination entwickeln, um eine umsetzungsbezogene Zusammenarbeit zwischen den entsprechenden Disziplinen, Institutionen und Ressorts zu ermöglichen.

Die Enquête-Kommission hat in diesem Zusammenhang mehrfach auf die enormen methodischen und empirischen Schwierigkeiten hingewiesen, die der Ansatz von Bedürfnisfeldern und komplexen Stoffströmen mit sich bringt. Noch verschärft werden diese durch die Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Bedürfnisfeldern; so haben Entwicklungen im Bereich des Wohnens (z.B. Veränderungen der Siedlungsstruktur) auch Auswirkungen auf die Mobilität und umgekehrt. Ungeachtet aller Schwierigkeiten, eine "lückenlose Zusammenstellung aller verfügbaren Daten" (Enquête-Kommission 1994: 220) zu erreichen und die fehlenden Kenntnisse zu erarbeiten, bleibt der Perspektivenwechsel, der mit der Orientierung an Bedürfnisfeldern verbunden ist, von zentraler Bedeutung für Forschung, Technikentwicklung und Innovationspolitik.

F) Akteursorientierung

Die Notwendigkeit einer umfassenden und zugleich differenzierten Akteursorientierung resultiert vor allem aus dem Umsetzungs- und Gestaltungsbezug von Forschungen zur nachhaltigen Entwicklung. Akteursorientierung umfaßt 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 oder Planer) einzubeziehen sind, sondern auch "Alltagsakteure" oder schwach organisierte soziale Gruppen (z.B. VerbraucherInnen, lokale Bürgerinitiativen etc.).

Dies gilt insbesondere auch für Untersuchungen zu Möglichkeiten einer nachhaltigen Entwicklung in bestimmten Räumen, etwa für regionale Ansätze.

Der Akteursbezug von Forschungen zur Nachhaltigkeit erscheint geeignet, *erstens* dazu beizutragen, daß die auch in der Umweltforschung vielfach zu beobachtenden Diskrepanzen zwischen (ökologischem) Grundlagenwissen und den gesellschaftlichen Handlungs- und Umsetzungsmöglichkeiten zumindest verringert werden. Diese Diskrepanzen können sehr unterschiedliche Gründe haben: Beispielsweise kann wissenschaftliche Forschung sich auf ganz andere räumliche und zeitliche Maßstäbe beziehen als die zur Verfügung stehenden praktischen Handlungsansätze, oder das wissenschaftliche Wissen ist nicht differenziert genug für die jeweiligen Handlungsfelder. Schließlich werden häufig auch da, wo gesellschaftliche Akteure in der Forschung thematisiert werden, soziale Differenzierungen und die daraus resultierenden Handlungspräferenzen und -barrieren viel zu wenig berücksichtigt, etwa professionelle Alltagsroutinen, sozialstrukturelle Lebenslagen, verhaltensprägende Lebensstile etc.¹³ Daher ist für eine adäquate Akteursorientierung die problemorientierte Kooperation und Integration sozial-, wirtschafts-, natur- und ingenieurwissenschaftlicher Ansätze unverzichtbar.

¹³ Stattdessen ist gerade in der Umweltforschung noch immer der abstrakte - und zumeist in der männlichen Form vorgetragene - Appell an "den Konsumenten", "den Autofahrer", aber auch "die Wissenschaftler", weit verbreitet.

Zweitens ist eine umfassende Einbeziehung der relevanten Akteursgruppen gerade für (technische und/oder soziale) Innovationen in komplexen Handlungsfeldern von entscheidender Bedeutung. Andernfalls drohen beispielsweise technische Innovationen daran zu scheitern, daß sie - nicht zuletzt wegen mangelnder wechselseitiger Information der verschiedenen beteiligten Akteure - nicht auf allen Stufen einer Produktlinie umsetzbar sind. Die Enquête-Kommission hat am Beispiel der textilen Kette auf die - häufig noch immer unterschätzte - Wirkung bestehender "Informationsbarrieren" hingewiesen und die Wichtigkeit der Analyse und Einbeziehung der "Akteurskette", d.h. aller Akteure in der Produktlinie, herausgestellt (Enquête-Kommission 1994: 221). Dabei sind aber nicht nur die einzelnen Hersteller, Vermarkter etc. auf den unterschiedlichen Ebenen der Wertschöpfung einzubeziehen, sondern neben den Akteuren der sogenannten "Post-Consuming"-Phase (Entsorger, Recycling-Unternehmen etc.) auch die alltäglichen NutzerInnen und EndverbraucherInnen. Denn deren Erfahrungen mit und ihr Wissen über Anforderungen an Produkte und Dienstleistungen, verbesserte Nutzungsmöglichkeiten oder bestehende Anwendungsrisiken sind unverzichtbar für eine umweltgerechte und gesellschaftlich akzeptable Produktgestaltung und damit für die Entwicklung nachhaltiger Konsummuster. Besondere Berücksichtigung müssen dabei das Wissen, die Problemwahrnehmungen sowie die Handlungsrestriktionen von Frauen finden, die aufgrund der vorherrschenden geschlechtlichen Arbeitsteilung im Haushalt nach wie vor für den überwiegenden Teil der Haus- und Konsumarbeit zuständig sind.

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 Forschungsvorhaben 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. Die Entwicklung solcher Formen eines umfassenden und vor allem wechselseitigen Wissenstransfers kann auch dazu beitragen, die oben beschriebenen Diskrepanzen zwischen Grundlagenwissen und Anwendungsperspektiven zu überwinden.

Es ist deutlich geworden, daß die skizzierten sechs Kriterien konzeptionell eng miteinander verknüpft sind und sich teilweise wechselseitig bedingen (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 jedoch auch keine voneinander unabhängigen Prüfkriterien dar, von denen eine bestimmte Mindestzahl erfüllt sein muß, um eine Orientierung an Nachhaltigkeit zu gewährleisten. Vielmehr beschreiben die Kriterien erst in ihrem Zusammenhang einen dem Leitbild der nachhaltigen Entwicklung entsprechenden methodisch-konzeptionellen Zugang in Forschung und Forschungspolitik.

3. Bestandsaufnahme und Bewertung der FuT-Politik unter dem Gesichtspunkt nachhaltiger Entwicklung

Forschung und Technikentwicklung verfügen über ein hohes Potential sowohl für die Lösung aktueller ökologischer, wirtschaftlicher und sozialer Problemlagen als auch für zukünftige gesellschaftliche Handlungsoptionen und Entwicklungsprozesse. Soll dieses Potential für die Konkretisierung und Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung genutzt werden, muß die Forschungs- und Technologiepolitik entsprechende Impulse geben und innovative Ansätze fördern.

Die vorliegende Studie zielt auf Ansatzpunkte der staatlichen FuT-Politik für eine nachhaltige Entwicklung und beschränkt sich dabei auf die Ebene des Bundes. Damit rückt das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) in den Mittelpunkt, das über knapp zwei Drittel der FuE-Ausgaben des Bundes verfügt¹⁴ und auch konzeptionell die wichtigsten Impulse setzt. Insbesondere betreibt das BMBF in erster Linie thematisch flexible Forschungsförderung, während die übrigen Ministerien im wesentlichen Ressortforschung finanzieren, die eng an die jeweiligen Ressortaufgaben angebunden ist.

Im folgenden Kapitel wird untersucht, ob und wie weit die Zielperspektiven, konzeptionellen Zugänge und Instrumente der FuT-Politik des BMBF bereits an dem Leitbild der nachhaltigen Entwicklung orientiert sind und für eine Konkretisierung und Umsetzung dieses Leitbilds geeignet scheinen. Unter den forschungspolitischen Instrumenten des BMBF werden dabei nicht nur die Instrumente der Forschungsförderung im engeren Sinn (direkte Projektförderung, institutionelle Förderung etc.), sondern auch übergreifende Institutionen und Verfahren der FuT-Politik (etwa der Rat für Forschung, Technologie und Innovation oder die Anwendung des Delphi-Verfahrens zur Zukunftsprospektion) zu berücksichtigen sein. Zugleich muß thematisiert werden, welche Potentiale und Anknüpfungspunkte die in der Bundesrepublik etablierte Forschungslandschaft für eine auf nachhaltige Entwicklung zielende FuT-Politik bietet - aber auch, welche Blockaden und Hemmnisse in ihr liegen.

Um die Bestandsaufnahme und Bewertung hinreichend detailliert vornehmen zu können, werden (nach einer allgemeineren Übersicht über Ziele und Leitbilder der Forschungspolitik und -förderung der Bundesregierung und des BMBF) drei Förderbereiche des BMBF exemplarisch genauer untersucht, die für eine Orientierung an nachhaltiger Entwicklung jeweils unter unterschiedlichen Aspekten hochgradig relevant sind:¹⁵

- Die zentrale Bedeutung des Förderbereichs *Umwelt- und Klimaforschung* für die Konkretisierung einer nachhaltigen Entwicklung ist unbestritten, auch wenn diese Konkretisierung, wie oben erwähnt, keineswegs allein von der Umweltforschung zu leisten ist.
- Die *Verkehrs- und Mobilitätsforschung* bezieht sich auf ein wichtiges gesellschaftliches Bedürfnisfeld und einen zentralen Infrastrukturbereich, der einerseits für wirt-

¹⁴ Nach dem Haushaltsentwurf für 1996 liegen die gesamten FuE-Aufwendungen des Bundes bei 17,6 Mrd. DM. Auf das BMBF entfallen davon 11,3 Mrd. DM, auf das Verteidigungsministerium 3,2 Mrd. DM, auf das Bundeswirtschaftsministerium 1 Mrd. DM und auf alle übrigen Ressorts zusammen knapp 1,9 Mrd. DM (BMBF 1996d: 70).

¹⁵ Auch unter finanziellen Aspekten sind diese Förderbereiche von relativ großer Bedeutung: Der Förderbereich F (Umwelt- und Klimaforschung) ist vom BMBF 1994 mit rd. 703 Mio DM gefördert worden, für die Materialforschung (Förderbereich L 1) wurden 229 Mio DM aufgewendet, und für den Förderbereich N (Forschung und Technologie für den bodengebundenen Verkehr und Transport) 158 Mio DM. Zur Übersicht über die Aufwendungen des Bundes und des BMBF für die einzelnen Förderschwerpunkte vgl. BMBF 1996d: 72ff.

- schaffliche 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.

3.1. 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 (BMBF 1996: 6ff.). Damit ist, wie oben erwähnt, auch eine Akzentverschiebung (zumindest in der öffentlichen Aufmerksamkeit) von der reinen Grundlagenforschung hin zur "anwendungsorientierten Grundlagenforschung" und zur "produktorientierten Anwendungsforschung" verbunden. Besonderes Gewicht wird dabei darauf gelegt, wissenschaftliche Forschungsergebnisse und technische Entwicklungen schneller als bisher in markt- und wettbewerbsfähige Produkte umzusetzen und Innovationshemmnisse zu beseitigen. Weiterhin spielt die Orientierung an gesellschaftlichen Problemlagen und -bereichen (vor allem Umwelt, Gesundheit, Verkehr) eine wichtige Rolle für die Prioritätensetzung der Forschungspolitik.¹⁶

Diesen Zielsetzungen, vor allem aber der strategischen und konzeptionellen Ausrichtung an der Innovationsförderung und der Verbesserung der Innovationsfähigkeit, entsprechen auch die wichtigsten neu initiierten forschungspolitischen Institutionen, Verfahren und Instrumente. Unter den Institutionen ist vor allem der 1995 ins Leben gerufene "Rat für Forschung, Technologie und Innovation" zu nennen, dem Mitglieder aus Wissenschaft, Wirtschaft, Gewerkschaften und Politik angehören. Dieses Gremium hat die "Aufgabe, sich ein umfassendes Bild über Anwendungen, Problem- und Handlungsfelder in wichtigen Innovationsbereichen zu verschaffen und daraus Empfehlungen abzuleiten" (Rat für Forschung, Technologie und Innovation 1995: 5). Dieser Ausrichtung entspricht auch die Themenwahl: Nach der Informationstechnik (vgl. Rat für Forschung, Technologie und Innovation 1995) beschäftigt sich der Rat gegenwärtig mit der Biotechnologie; im Anschluß daran ist Mobilität und Verkehr als Thema vorgesehen.

Als ein zwar nicht neues, in der Bundesrepublik aber erstmals gezielt im Zusammenhang der FuT-Politik eingesetztes Verfahren ist das sogenannte Delphi-Verfahren zu erwähnen (Vgl. BMFT 1993; BMBF 1996a). Basierend auf umfassenden Expertenbefragungen stellt die Delphi-Methode ein Verfahren zur langfristigen Technikvorausschau dar. Es soll dazu dienen, "diejenigen technischen Möglichkeiten identifizieren zu können, denen mutmaßlich die größte Bedeutung für die ökonomische Wettbewerbsfähigkeit, die Erhaltung oder Wiederherstellung einer lebenswerten Umwelt und die soziale Wohlfahrt zukommt" (BMBF 1996a: VII). Solche Verfahren werden als immer wichtiger eingeschätzt, um zukünftige Handlungsmöglichkeiten, Schwerpunkte und Rahmenbedingungen der FuT-Politik abschätzen zu können (vgl. Weingart 1995) (s. auch Kap. 5.3).

¹⁶ Im Bundesforschungsbericht 1996 werden neun zentrale forschungspolitische Ziele der Bundesregierung genannt: Förderung von Spitzentechnologien als Innovationsmotoren; Innovationsorientierung der Forschungspolitik; kulturelle Vielfalt und Leistungsfähigkeit; Vorsorge und Zukunftsgestaltung durch Forschung; Sicherung und Ausbau wissenschaftlicher Exzellenz; Stärkung und Vernetzung der Forschungslandschaft; Ausbau der Forschungslandschaft in den neuen Ländern; Akzeptanz und Freiraum; Internationalität und internationale Zusammenarbeit (BMBF 1996d: 6ff.).

Als ein neues Instrument der Förderpolitik ist zukünftig die Einführung von Leitprojekten vorgesehen. Die 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 1996d: 29) Auch dieses Instrument wird vom BMBF vorrangig in den Kontext der Innovationsförderung im wirtschaftlichen und technologischen Sinn ("gegenseitige Befruchtung von Marktbedürfnis und technologischer Fähigkeit") gestellt. Als wesentliche Ziele der Einführung des neuen Förderinstruments werden genannt:

- Förderung des Entstehens grundlegender Innovationen
- Wettbewerb der besten Lösungsideen zur Realisierung substantieller Innovationen
- Sicherung und Stärkung des Produktionsstandortes Deutschland
- Aufbau von innovativen Netzwerken zwischen Wissenschaft und Wirtschaft
- Erarbeitung von Innovationen in interdisziplinären und branchenübergreifenden Projekten
- kooperative Nutzung verteilten Know-hows
- schnelle und breite Diffusion neuen Wissens.

"Nachhaltige Entwicklung" stellt demgegenüber bisher keine übergreifende Zielorientierung der FuT-Politik der Bundesregierung bzw. des BMBF dar, sondern fungiert als Leitbild für bestimmte Handlungs- und Forschungsfelder. Dies wird deutlich wenn der Bundesforschungsbericht sechs "Leitbilder der zukunftsorientierten Forschungs- und Technologiepolitik" skizziert (BMBF 1996d: 37ff.):

- Spitzentechnologie für Produktion und Dienstleistungen - Chancen für mehr Beschäftigung
- Nr. 1 in Europa - Chancen der Biowissenschaften und -technologie für den Standort Deutschland
- Wachstum durch Wissen: Zukunft der Informationsgesellschaft
- Energie und Umwelt: Nachhaltige Entwicklung dauerhaft sichern
- Mobilität - Entkopplung von Wachstum und Ressourcenverbrauch
- Wettbewerbsfähigkeit durch internationale Kooperation

Nachhaltige Entwicklung wird somit als Leitbild der Umwelt- und Energieforschung angesehen. Ziel der Bundesregierung sei es dabei, "wirtschaftlichen und sozialen Fortschritt so zu gestalten, daß die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes dauerhaft gesichert bleibt" (BMBF 1996d: 47). Die Neuorientierung der Programme zur Energie- und zur Umweltforschung solle dazu einen "strategischen Beitrag" leisten. In ihrer Antwort auf eine Anfrage der Bundestags-Fraktion der SPD ("Forschungspolitik für eine zukunftsverträgliche Gestaltung der Industriegesellschaft") faßt die Bundesregierung den Kreis der für eine Umsetzung des Leitbilds nachhaltige Entwicklung relevanten Disziplinen etwas weiter: "Die Spannweite der relevanten Fachgebiete erstreckt sich nicht nur auf Umweltforschung in Verbindung mit Atmosphären-, Meeres- und Polarforschung, sondern auch auf die Energieforschung und -technologie, die Umwelt-, Bio- und Produktionstechnologie bis hin zur Informationstechnik, Werkstofftechnik, Mikrosystemtechnik und Softwareentwicklung." (Bundesregierung 1995: 7)

Ungeachtet dessen bleibt nachhaltige Entwicklung bisher in der FuT-Politik des Bundes ein in seiner Reichweite begrenztes Leitbild, das auf die Umwelt- und Energieforschung und ihre jeweils angrenzenden Bereiche beschränkt ist und neben wirtschaftlicher Wettbewerbsfähigkeit und technologischer Innovation als forschungspolitische Leitorientierungen steht. Diese Begrenzung ist als äußerst problematisch anzusehen; sie läuft Gefahr, das Konzept der nachhaltigen Entwicklung auf einen rein umweltpolitischen und ökologischen oder allenfalls ressourcenökonomischen Ansatz ein-

zuengen. Demgegenüber zielt nachhaltige Entwicklung in einem umfassenden Sinne auf die Verknüpfung wirtschaftlicher, gesellschaftlicher und ökologischer Entwicklungen. Als forschungs- und technologiepolitisches Leitbild ist sustainable development daher nicht gegen wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit, marktfähige Produkte und technologische Innovationen gerichtet. Da das Konzept darüber hinaus an der langfristigen Aufrechterhaltung und Entwicklung der natürlichen Lebensgrundlagen sowie der Erhaltung von Handlungsspielräumen zukünftiger Generationen orientiert ist, setzt nachhaltige Entwicklung aber ein verändertes und erweitertes Verständnis von Innovationen voraus. "Nachhaltige" Innovationen müssen sich in den drei Dimensionen der Umweltverträglichkeit, der Wirtschaftlichkeit und der Sozialverträglichkeit als zukunftsfähig erweisen. In der Initiierung und Förderung solcher zukunftsfähiger Innovationen bestünde die Aufgabe einer an nachhaltiger Entwicklung orientierten Forschungs- und Technologiepolitik. Dies impliziert auch, daß Innovationsprozesse und -routinen sich für neue Aspekte öffnen müssen.

Unabhängig davon bedeutet die Übernahme des sehr allgemein formulierten Leitbildes der Nachhaltigkeit für bestimmte Forschungsgebiete nicht notwendigerweise, daß es in diesen Gebieten schon zu den erforderlichen inhaltlichen und methodisch-konzeptionellen Umorientierungen gekommen wäre. Dies läßt sich am Beispiel der Energieforschung verdeutlichen. Im Mai 1996 hat das Bundeskabinett das "4. Programm Energieforschung und -technik" verabschiedet (das aber im Rahmen dieser Studie nicht detailliert untersucht werden kann). Der zentrale Ansatzpunkt dieses Programms liegt angesichts der globalen Klimagefährdungen darin, alle diejenigen Techniken zumindest als Option verfügbar zu machen, die ein nennenswertes Potential besitzen, um langfristig den CO₂-Ausstoß zu senken (BMBF 1996f).¹⁷ Dies hat zur Folge, daß auch Forschungen zur Weiterentwicklung der Kerntechnik, zur Reaktorsicherheit oder zur Kernfusion unter Beiträgen zu einer nachhaltigen Entwicklung aufgeführt werden (vgl. Bundesregierung 1995: 8ff.). Unter mehreren Aspekten (etwa der Vermeidung von Risiken und Problemverlagerungen, dem Erhalt der Handlungsspielräumen zukünftiger Generationen) erfüllen diese Forschungs- und Techniklinien aber nicht die Kriterien der Nachhaltigkeit. Dies verdeutlicht, daß die Vermeidung von CO₂-Emissionen zwar ein notwendiges, aber kein hinreichendes Kriterium für eine nachhaltige Energieforschung und -versorgung darstellt.

Notwendig wären außerdem neue thematische und methodische Ansätze, von der verstärkten Analyse von Innovationshemmnissen bei der Nutzung von erneuerbaren Energien oder bei effizienterer Energienutzung bis zu hin zu Markteinführungshilfen für erneuerbare Energien oder der Weiterentwicklung von nicht-technischen Konzepten der Energieeinsparung (z.B. dem in den USA entwickelten Ansatz des Least-Cost-Planning). Grundsätzlich sollte die Energieforschung unter der Orientierung an Nachhaltigkeit von einer rein ingenieurwissenschaftlich-technischen Energiebereitstellungsforschung zu einer integrierten Energienutzungsforschung weiterentwickelt werden, an der z.B. auch die Wirtschafts- und Sozialwissenschaften beteiligt sein müßten. Das Ziel wäre dabei nicht die isolierte Entwicklung und Verbesserung von

¹⁷ Dieses Ziel soll in vier Schwerpunkten der Forschungsförderung erreicht werden: Effizienzsteigerungen bei der Stromerzeugung; Einsparungen beim Energieverbrauch; Einsatz von Erneuerbaren Energien; Nutzung der Kernenergie (einschließlich der Kernfusionsforschung). Damit werden die bisherigen Forschungslinien in insgesamt wenig verändertem finanziellem Umfang weitergeführt, wobei auf Kerntechnik und Kernfusionsforschung zusammengenommen in den nächsten Jahren jeweils rund die Hälfte des gesamten Fördervolumens entfallen sollen.

Technologien, sondern spezifische, zweck- und situationsangepaßte Konzepte der Energieerzeugung und -nutzung.¹⁸

Die Frage nach konzeptionellen Umorientierungen und neuen Ansätzen der Forschungspolitik und -förderung im Hinblick auf nachhaltige Entwicklung wird im folgenden an den drei oben genannten Beispielfeldern genauer untersucht. Dabei wird zum einen danach gefragt, an welchen Kriterien und Zielen sich die Forschungspolitik in diesen Feldern orientiert; zum anderen wird untersucht, ob und wieweit darin neue Ansätze zu beobachten sind. Schließlich werden die methodisch-konzeptionellen Ansätze der Forschungsförderung in den Beispielsbereichen gestützt auf die in Kap. 2 beschriebenen Kriterien und im Hinblick auf nachhaltige Entwicklung bewertet.

3.2. Umweltforschung und -technik

Umweltforschung wird auf Bundesebene von verschiedenen Ressorts betrieben und gefördert. Von den geplanten Gesamtausgaben des Bundes im diesem Bereich in Höhe von 1,09 Mrd. DM (1996) verfügt das BMBF mit 797 Mio DM über den mit Abstand größten Anteil.¹⁹ 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, u.a. anhand der oben in Kap. 2 zitierten Kriterien, stärker am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung ausgerichtet werden. Dabei wird (ebenso wie in der vorliegenden Studie) davon ausgegangen, daß eine Orientierung der Forschungs- und Technologiepolitik an Nachhaltigkeit sich nicht über inhaltliche Fragestellungen allein, sondern vor allem über abstrakter gefaßte Kriterien erreichen läßt (vgl. Interview Looß/Summerer).²⁰

Seitens des BMBF wird dem Bereich der Umweltforschung und -technik wie erwähnt die größte Bedeutung für die Konkretisierung und Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung zugemessen. Dementsprechend finden sich in diesem Bereich auch die stärksten inhaltlichen und z.T. konzeptionellen Um- und Neuorientierungen hin zur Nachhaltigkeit. Deutlich wird dies sowohl an einzelnen Rahmenkonzepten und

¹⁸ Solche Ansätze sind zwar in dem neuen Energieforschungsprogramm durchaus erkennbar, vor allem in dem Schwerpunkt "Einsparungen beim Energieverbrauch", sie müßten aber deutlich ausgeweitet werden.

¹⁹ Ungeachtet der großen Bedeutung, die Bundesregierung und BMBF in der Regel dem Ausbau der Umweltforschung beimessen, sind die für dieses Feld eingesetzten Mittel 1994 sowohl auf Bundesebene als auch beim (damaligen) BMFT sogar leicht zurückgegangen (BMBF 1996d).

²⁰ Ausdruck der starken inhaltlichen und konzeptionellen Orientierung am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung ist vor allem der vom UBA in eigener Regie erarbeitete Bericht "Schritte zu einem nachhaltigen Deutschland" (vgl. Interview Looß/Summerer sowie Summerer 1996). Dieser Bericht wählt zwar, gestützt auf Umweltqualitäts- und Umwelthandlungsziele, eine eher zielorientierte Operationalisierung von nachhaltiger Entwicklung, bezieht sich bei der Konkretisierung von Schritten zur Nachhaltigkeit aber methodisch auf fünf Bedürfnis- und Bedarfsebenen sowie übergreifende gesellschaftliche Handlungsbereiche (Energie, Mobilität, Nahrungsmittelerzeugung, Konsummuster und Stoffströme). Unklar ist gegenwärtig, ob das BMU die Genehmigung zur Veröffentlichung des Berichts erteilen wird.

Förderkonzeptionen als auch an dem Entwurf für ein neues Umweltforschungsprogramm der Bundesregierung, das Ende des Jahres der Öffentlichkeit vorgestellt werden soll. Der Programm-Entwurf ist bisher nicht veröffentlicht; für die vorliegende Untersuchung war nur ein Gliederungsentwurf (Stand März 1996) zugänglich (s. Anhang).

3.2.1. Das neue Umweltforschungsprogramm der Bundesregierung

Das Programm trägt den Titel "Beiträge für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung" und knüpft damit sehr direkt an das Leitbild "sustainable development" an. Die Ausrichtung an diesem Leitbild soll die einzelnen Beiträge der Umweltforschung und -technik stärker als bisher unter einer übergreifenden Zielorientierung bündeln. Das neue Programm löst das "Programm Umweltforschung und Umwelttechnik 1989 bis 1994" ab. Erste Überlegungen zur Fortschreibung hatte das BMFT Anfang 1994 unter dem Titel "Umwelt-FuE-Strategie des BMFT" (BMFT 1994b) veröffentlicht.

Gegenüber dem früheren Programm sind in dem neuen Entwurf zunächst eine Reihe von grundlegenden Umorientierungen festzustellen.²¹ Zunächst ist das neue Konzept erstmals als ein ressortübergreifendes Umweltforschungsprogramm der Bundesregierung angelegt. Es bezieht somit neben dem BMBF auch die Umweltforschungsaktivitäten des BMU, des BML, des BMBau, des BMZ und anderer Ressorts mit ein. Der Ressorts soll in dem Programm ein eigener Abschnitt gewidmet werden.

Gleichzeitig wird in dem neuen bisher zwischen BMBF und BMV abgestimmten Entwurf die bisherige Gliederung des Förderbereichs Umweltforschung und Technik nach Ökologische Forschung; Umwelttechnik sowie Klimaforschung aufgegeben. An deren Stelle treten neue Forschungsschwerpunkte, die als unterschiedliche, einander ergänzende Forschungszugänge zu einer nachhaltigen Entwicklung konzipiert sind:

- Nachhaltige Entwicklung globaler Umweltsysteme
- Nachhaltige Entwicklung regionaler Umweltsysteme
- Nachhaltiges Wirtschaften
- Mensch und Umwelt
- Weiterentwicklung der politischen Instrumente zur Verwirklichung einer nachhaltigen Entwicklung

In diesen Forschungszugängen zu nachhaltiger Entwicklung wird jeweils ein anderer Ansatzpunkt in den Mittelpunkt gestellt: einmal die Systeme in der Umwelt in globaler sowie regionaler Perspektive, dann die Wirtschaft und schließlich der Mensch, die Gesellschaft und die Politik. Dadurch soll ein sektorales und isoliertes Nebeneinander der Forschungsschwerpunkte vermieden werden; diese sollen vielmehr wechselseitig aufeinander verweisen.

Dies stellt zweifellos einen weiterführenden Ansatz zu einer stärkeren thematischen Bündelung und Verknüpfung der einzelnen Felder von Umweltforschung und -technik dar. Von entscheidender Bedeutung wird dabei aber sein, wieweit es tatsächlich gelingt, diese Schwerpunkte miteinander zu verbinden. Dies wird ganz wesentlich auch davon abhängen, wieweit die Forschungen in den jeweiligen Schwerpunkten thematisch, konzeptionell und methodisch aneinander "anschlußfähig" sind. Dies würde z.B. bedeuten, daß regionale Perspektiven in der Forschung zu globalen Umweltsystemen zumindest angelegt sind (und umgekehrt) oder daß sozialwissenschaftlich orientierte Fragestellungen nicht allein im Schwerpunkt "Mensch und Umwelt", sondern übergreifend in allen Schwerpunkten behandelt werden.

²¹ Die folgenden Ausführungen stützen sich hauptsächlich auf ein Gespräch mit MinR Schulz, Leiter des Referats 421 (Ökologische Forschung; Grundsatzfragen der Umweltforschung) im BMBF.

Wie die neue Orientierung am Leitbild nachhaltige Entwicklung inhaltlich und konzeptionell-methodisch in den einzelnen Schwerpunkten umgesetzt wird, ist allein aus der Programmgliederung kaum ersichtlich; diese Frage wird weiter unten an den neueren Förderkonzepten, die bereits auf das Leitbild bezogen sind, genauer untersucht. Einige allgemeine Hinweise lassen sich jedoch auch dem Programmentwurf entnehmen:

Erstens zeigt sich, daß die bisherige Gliederung des Bereichs der Umweltforschung sich in den neuen Schwerpunkten in modifizierter Weise wiederfindet: So bildet die bisherige Klima- und Atmosphärenforschung, ergänzt um die Meeres- und Polarforschung den Schwerpunkt "nachhaltige Entwicklung globaler Umweltsysteme" (3.1.2.). Dort befindet sich auch die vermutlich an den Ansätzen des WBGU und des PIK orientierte Forschung zum globalen Wandel (3.1.1.). Im Schwerpunkt "nachhaltige Entwicklung regionaler Umweltsysteme" (3.2.) sind hingegen weite Teile der bisherigen "ökologischen Forschung" untergebracht, insbesondere Ökosystemforschung, Ökotoxikologie und Naturschutz-Forschung. Waldschadensforschung, Boden- und Gewässerökologie sowie Stadtökologie sind dagegen z.T. zu den landschaftsbezogenen "Konzepten für eine nachhaltige Landnutzung" modifiziert worden. Ebenso sind in den Schwerpunkt nachhaltiges Wirtschaften (3.3) die bisherigen Ansätze der Umwelttechnik, unterschieden nach produkt- und produktionsintegriertem Umweltschutz und nachgeschalteter, "additiver" Umwelttechnik einbezogen worden - ergänzt durch neue Konzepte für ein "nachhaltiges Wirtschaften".

Dagegen ist der Schwerpunkt "Mensch und Umwelt" im wesentlichen neu; soweit erkennbar tauchen hier aus dem früheren Programm lediglich die Forschungen zu Umwelt und Gesundheit (3.4.2.) auf. Der Schwerpunkt 3.5. (Weiterentwicklung der politischen Instrumente) stellt wiederum eine Kombination bisheriger Forschungsgebiete vor allem des BMU bzw. UBA (z.B. ökologische Umweltbeobachtung oder umweltökonomische Gesamtrechnung) mit neuen thematischen Bündelungen dar. Vermuten läßt sich vor diesem Hintergrund, daß in dem neuen Umweltforschungsprogramm zumindest zum Teil bisherige Forschungsansätze lediglich einem neuen Leitbild zugeordnet werden,²² während die konzeptionellen Umorientierungen eher in den neu geschaffenen, zusätzlichen Ansätzen und Konzepten liegen.

Zugleich entsteht der Eindruck, daß in dem neuen Umweltforschungsprogramm sich eine problemorientierte Strukturierung noch nicht vollständig durchgesetzt hat, sondern neben einer sektoralen und disziplinären Gliederung steht (vgl. Interview Kruse). Dieser Eindruck bestätigt sich, wenn die Binnengliederung der einzelnen Schwerpunkte genauer betrachtet wird: So folgt beispielsweise die Gliederung der Konzepte für eine nachhaltige Landnutzung (3.2.2) im wesentlichen der traditionellen Unterscheidung der ökosystemaren oder, landschaftsökologischen Zugänge (Agrar-, Wald- und urban-industrielle Landschaften sowie Gewässer). Demgegenüber erscheinen viele Landschaftsausschnitte heute als eine Art "Hybridlandschaften", die keinem dieser Typen mehr sinnvoll und eindeutig zugeordnet werden können und in denen die entsprechenden Nutzungsansprüche konkurrieren und sich überlagern.

In dem Schwerpunkt "Mensch und Umwelt" hingegen zeichnet sich (soweit bisher erkennbar) eine starke Konzentration auf die Umweltbildung ab. Dies birgt die Gefahr einer Verengung der komplexen Zusammenhänge zwischen Umwelt, Gesellschaft und Individuum: Die Problematik umweltbelastender Handlungsmuster wird tendenziell

²² Dies trifft beispielsweise für den Bereich "Weiterentwicklung der Umwelttechnik" innerhalb des Schwerpunktes "Nachhaltiges Wirtschaften" zu. Darunter wird vor allem nachgeschaltete und medial begrenzte Technik verstanden. Wenngleich auf additive Technik auch für eine nachhaltige Entwicklung sicherlich nicht vollständig verzichtet werden kann, stellt diese doch keinen spezifischen Beitrag zur Förderung eines "nachhaltigen Wirtschaftens" dar.

auf die kognitiven, motivationalen und emotionalen Aspekte des individuellen Verhaltens reduziert, und dieses wird dadurch von den strukturell gegebenen Rahmenbedingungen und Handlungszwängen isoliert. Die starke Präferenz für Umweltbildung erweist sich daher gerade im Blick auf die Entwicklung nachhaltiger Konsummuster als ausgesprochen problematisch. Dabei hat die sozialwissenschaftlich orientierte Umweltforschung die idealisierende Hintergrundannahme, Umweltbildung führe über mehr Umweltwissen zu erhöhtem Umweltbewußtsein und schließlich zu umweltbewußterem Handeln, in den letzten Jahren immer stärker in Frage gestellt. Stattdessen haben sich in den bisherigen empirischen Untersuchungen allenfalls schwache Zusammenhänge zwischen Umweltwissen, Umweltbewußtsein und Umwelthandeln nachweisen lassen (vgl. Kuckartz 1995). Daraus ist vor allem die Konsequenz zu ziehen, Umweltbewußtsein weniger als ein vermeintlich homogenes Bündel von kognitiven, normativen oder affektiven Einstellungen zu konzipieren, sondern es im Kontext alltäglicher, unterschiedlicher und einander zum Teil widersprechender Handlungszwänge und -routinen zu verstehen. Damit wäre ein sehr viel weiter gefaßtes und differenzierteres Verständnis von "Umweltbildung" verbunden, das über berufliche Bildung (s. Programm-Punkt 3.4.3.3.) und den Transfer von Umweltwissen (s. Programm-Punkt 3.4.3.4.) hinaus die Veränderungen sozialer Strukturen und Handlungskontexte miteinschließen würde. Abschließend lassen sich diese Fragestellungen jedoch erst beantworten, wenn das neue Programm (voraussichtlich Ende 1996) veröffentlicht worden ist. 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 untersuchen, in die dieses Leitbild bereits Eingang gefunden hat oder die ausdrücklich auf dessen Umsetzung ausgerichtet sind.²³ Im folgenden werden daher entsprechende Förderkonzepte genauer dargestellt:

- 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"
- sowie
- der in Vorbereitung befindliche Förderschwerpunkt "Konzepte für nachhaltiges Wirtschaften"

3.2.2. Ökologische Forschung in der Stromlandschaft Elbe (Elbe-Ökologie)

Die Forschungskonzeption "Ökologische Forschung in der Stromlandschaft Elbe (Elbe-Ökologie)" ist im August 1995 vom BMBF veröffentlicht worden (BMBF 1995b). Das Konzept schließt an die bis 1995 geförderte "Modellhafte Erarbeitung ökologisch

²³ Unter den älteren Förderkonzepten ist vor allem das Rahmenkonzept "Ökologische Forschung in Stadt- und Industrielandschaften (Stadtökologie)" (BMFT 1991) von Interesse, das zwar nicht auf das Leitbild "nachhaltige Entwicklung" bezogen ist, aber eine ganze Reihe konzeptioneller und methodischer Innovationen enthält, auf denen die neueren Förderkonzeptionen zum großen Teil aufbauen. So wird interdisziplinäre Verbundforschung natur- und sozialwissenschaftlicher Disziplinen zum "Normalfall" der Förderung; gleichzeitig sollen Vertreter jeweils ausgewählter Modellkommunen in die Projektbearbeitung miteinbezogen werden.

begründeter Sanierungskonzepte für kleine Fließgewässer“ an (vgl. BMFT 1990: 52),²⁴ 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. Das Konzept gehört daher in dem neuen Umweltforschungsprogramm dem Gliederungspunkt 3.2.2. (Konzepte für eine nachhaltige Landnutzung) an; 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. Zur Koordination und Weiterentwicklung des Forschungskonzepts ist die “Projektgruppe Elbe-Ökologie” in der Bundesanstalt für Gewässerkunde (Außenstelle Berlin) eingerichtet worden.

Identifiziert werden vier übergreifende, miteinander verknüpfte Forschungsziele (BMBF 1995b: 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.

Dabei soll die Formulierung ökologischer Leitbilder als Zielvorgaben über die folgenden fünf Verfahrensschritte erfolgen:

- 1) Festlegung ökologischer Referenzzustände
- 2) Bewertung ökologischer Ist-Zustände
- 3) Definition ökologischer Leitbilder
- 4) Umsetzung ökologisch und sozio-ökonomisch abgestimmter Entwicklungsziele
- 5) Erfolgskontrolle umgesetzter Maßnahmen

Zugleich werden in der Forschungskonzeption drei “prioritäre Forschungsaufgaben” festgelegt, zu denen jeweils gesonderte Teilkonzepte erarbeitet worden sind (vgl. BMBF 1995b: 21 ff.):

- Ökologie der Fließgewässer
- Ökologie der Auen
- Landnutzung im Einzugsgebiet.

Die inhaltlichen Fragestellungen und Ziele dieser Teilkonzepte können hier nicht im einzelnen dargestellt werden. Betrachtet man jedoch die konzeptionellen und methodischen Zugänge der Forschungskonzeption, so zeigt sich, daß die Orientierung an einer nachhaltigen Entwicklung der Stromlandschaft Elbe nur sehr begrenzt zu neuen Zugängen in der Forschung geführt hat. Dies läßt sich anhand der folgenden drei Punkte verdeutlichen:

Erstens werden die Leitbilder für eine nachhaltige Entwicklung fast ausschließlich im Bereich der Ökologie formuliert; angestrebt wird dabei die “Annäherung an den naturnahen Zustand” (ebd.: 11). Soziale und ökonomische Leitbilder oder Nachhaltigkeits-Ziele bleiben demgegenüber nachrangig. Zudem wird die Formulierung der Leitbilder über die oben zitierten fünf Schritte als eine Angelegenheit nur der Wissenschaft behandelt; die Leitbilder sollen zwar mit den Behörden abgestimmt werden, sind aber nicht Gegenstand eines breit angelegten gesellschaftlichen Diskussionsprozesses (vgl. ebd.: 10f.). Dem entspricht *zweitens* eine nur äußerst geringe Einbeziehung sozialer Akteure in die Erarbeitung von nachhaltigen Entwicklungskonzepten. Lediglich inner-

²⁴ Dafür wurden die folgenden sechs Flüsse ausgewählt: Vils (Bayern), Warnow (Mecklenburg-Vorpommern), Hunte (Niedersachsen), Lahn (Hessen), Ilm (Thüringen) und Stör (Schleswig-Holstein) (vgl. BMBF-Forschungsinfo 9/96, 20.5.1996).

halb 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" (ebd.: 60). Allerdings steht auch hier die "Gewährleistung der Akzeptanz von Maßnahmen" im Vordergrund, weniger die Einbeziehung der Erfahrungen, Kompetenzen und des Wissens der sozialen Akteure.

Drittens stellt die interdisziplinäre Verbundforschung keine notwendige Voraussetzung der Förderung dar; interdisziplinäre Verbundprojekte sollen aber wenigstens "bevorzugt gefördert" werden (ebd.: 19). Ohnehin sind sozial- und wirtschaftswissenschaftliche Fragestellungen in die Teilkonzepte nur sehr schwach 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. ebd.: 57f.) Insbesondere im Teilkonzept "Ökologie der Fließgewässer" sind die skizzierten Forschungsaufgaben dagegen z.T. sehr stark grundlagenorientiert. Unklar bleibt auch, wie die Ergebnisse der drei Teilbereiche zu übergreifenden Konzepten für eine nachhaltige Entwicklung der Elbelandschaft integriert werden können und sollen.

3.2.3. Ökologische Konzeptionen für Agrarlandschaften

Das Rahmenkonzept für diesen Förderschwerpunkt ist vom BMBF im Februar 1996 vorgestellt worden (BMBF 1996b); es ist ebenfalls Teil des Gliederungspunktes 3.2.2. (Konzepte für eine nachhaltige Landnutzung) in dem neuen Umweltforschungsprogramm. Ziel des Rahmenkonzepts ist es, "umsetzungsorientierte Konzepte für die Einführung einer nachhaltigen Landbewirtschaftung auf regionaler Ebene zu entwickeln" (BMBF 1996b: 3). Dabei sollen auch "praxisnahe Entscheidungshilfen für die relevanten Entscheidungsträger" erarbeitet werden (ebd.: 17). In den kommenden fünf Jahren sollen in dem Förderschwerpunkt etwa 30 Mio DM für die Projektförderung zur Verfügung gestellt werden. Da dieses Rahmenkonzept im Vergleich zur Elbe-Ökologie eine wesentlich weitergehende Orientierung am Ziel der Nachhaltigkeit gerade in methodisch-konzeptioneller Hinsicht skizziert, wird es im folgenden etwas ausführlicher dargestellt.

In dem Konzept 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" (ebd.: 8). Voraussetzung dafür seien aber Kenntnisse über die Folgen und Risiken unterschiedlicher Formen der Landnutzung. 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" (ebd.: 9). Die Festlegung von Zielen muß daher selbst Gegenstand einer regional orientierten Agrarlandschaftsforschung sein. Dies gilt um so mehr, als hierbei eine Vielzahl von konkurrierenden Nutzungsansprüchen und entsprechenden Nutzergruppen (Land- und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft, Fremdenverkehr, regionale Bevölkerung, Naturschutz, Verbraucher, Industrie) miteinzuz-

beziehen sind.²⁵ 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.

Von diesen Zielsetzungen ausgehend werden in dem Rahmenkonzept die Hindernisse für die Umsetzung einer umweltschonenden Landbewirtschaftung bzw. für die Herausbildung einer entsprechenden Forschung analysiert. Bemerkenswert ist, daß die entscheidenden Defizite hierbei nicht auf der Ebene des ökologischen Grundlagenwissens gesehen werden, sondern in einer wachsenden Diskrepanz zwischen dem ökologischen Wissen und seiner Umsetzung.

Für diese Diskrepanz werden fünf Faktoren verantwortlich gemacht (ebd.: 15f.):

Diskrepanz zwischen dem Grundlagenwissen und den Erfahrungen in der Praxis

Häufig fehle die Verbindung zwischen dem disziplinären, zugleich spezialisierten und abstrakten Grundlagenwissen und dem kontextbezogenen Wissen, das für alltägliche Entscheidungsprozesse erforderlich ist, die auf einer "Abwägung und Integration der vielen sozialen, ökologischen, ökonomischen und technischen Einzelfragen" beruhen.

Probleme in der interdisziplinären Zusammenarbeit

Hier ist "besonders die Zusammenarbeit von ökologischen und sozioökonomischen Fachrichtungen bisher nur sehr unzureichend entwickelt. In vielen Forschungsansätzen ist folgende Aufgabentrennung anzutreffen: Die naturwissenschaftlich ausgerichteten ökologischen Wissenschaften versuchen Ziele oder Leitbilder zu formulieren, während die sozioökonomischen Fachrichtungen sich eher mit Umsetzungsfragen beschäftigen. Diese Arbeitsteilung erscheint für die Umsetzung einer umweltschonenden Landbewirtschaftung als wenig geeignet, da

- für die Entwicklung von Zielen neben dem ökologischen Wissen auch eine Bewertung erforderlich ist, die nur im gesellschaftlichen Diskurs entstehen und nicht von der Natur abgeleitet werden kann;
- sich häufig ökologische soziale, institutionelle und ökonomische Probleme bzw. Prozesse wechselseitig bedingen und dann nur gemeinsam lös- bzw. veränderbar sind." (ebd.: 15f.)

Geringe Orientierung an den Handlungsspielräumen der gesellschaftlichen Akteure

"Viele Forschungsansätze beziehen soziale Aspekte (d.h. z.B. die Interessen und Handlungsspielräume der relevanten Akteure) zu wenig mit ein (...). Die Folge ist, daß häufig Fragen erforscht werden, die von den Akteuren nicht in die Praxis umsetzbar sind." (Ebd.: 16)

Diskrepanzen in der zeitlichen Betrachtung

"Bisherige ökologische Forschungen konzentrieren sich stark auf die Ist-Analyse der Agrarlandschaften. Entscheidungsträger benötigen dagegen eher zukunftsorientierte konzeptionelle Antworten, die die möglichen Auswirkungen von Entscheidungsprozessen erforschen. Forschungsansätze für eine nachhaltige Entwicklung der Landbewirtschaftung, die notwendigerweise eine längerfristige Perspektive aufzeigen, sind dagegen oft nicht umsetzbar, da Vorschläge für kurzfristige Umsetzungsschritte fehlen." (Ebd.: 16)

²⁵ Daneben sind auch die unterschiedlichen politischen Instanzen und Regelungsebenen, insbesondere die Europäische Union, zu berücksichtigen.

Diskrepanzen in der räumlichen Betrachtung

Hier werden vor allem zwei Probleme hervorgehoben:

- Zunächst besteht häufig eine Diskrepanz zwischen den Räumen für die ökologische Analyse (meist funktionell zusammenhängende Räume wie z.B. Wassereinzugsgebiete) und den Handlungsräumen der Entscheidungsträger (entweder die Flächen eines landwirtschaftlichen Betriebs oder Verwaltungsgebiete).
- Darüber hinaus gibt es eine Diskrepanz zwischen den Handlungsräumen der für die Agrarlandschaftsgestaltung wesentlichen politischen Entscheidungsträger auf europäischer Ebene und dem landschaftsökologisch verfügbaren Wissen auf dieser Handlungsebene. Ursache sind die Aggregationsprobleme landschaftsökologischer Daten, die dazu führen, daß die Aussagen immer mit großen Unsicherheiten behaftet sind.

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.

In dem Schwerpunkt "Wege zu einer multifunktionalen, umweltschonenden Agrarlandschaftsgestaltung" wird "davon ausgegangen, daß das ökologische Grundlagenwissen zu großen Teilen ausreicht, um eine umweltschonende Landbewirtschaftung vor Ort zu definieren, während Kenntnisse über die geeignete Organisation eines Umsetzungsprozesse zu ihrer Etablierung fehlen. Ziel des Forschungsschwerpunktes ist es, die ökonomischen und sozialen Veränderungsmöglichkeiten der Landbewirtschaftung in einer Weise zu analysieren, daß die ökologischen Funktionen der Agrarlandschaften gesichert werden können." (Ebd.: 17) Es sollen daher die Hauptthemnisse für die Umsetzung einer umweltschonenden Landbewirtschaftung identifiziert, Wege zu ihrer Überwindung aufgezeigt und deren Erprobung wissenschaftlich begleitet werden. Dabei soll die Forschung sich auf konkrete Modellregionen beziehen und die wichtigsten Akteursgruppen miteinbeziehen.²⁶

In dem zweiten Forschungsschwerpunkt (Perspektiven für die Agrarlandschaften im Rahmen einer dauerhaft-umweltgerechten Entwicklung der Industriegesellschaften) wird davon ausgegangen, daß für eine nachhaltige Entwicklung der Industriegesellschaften "die urbanen Systeme mit ihren Ver- und Entsorgungsbedürfnissen wieder stärker an die flächenbezogenen Leistungen der Bioökosysteme angebunden werden müssen" (ebd.: 18). Ziel sei es daher, mögliche Konsequenzen einer nachhaltigen Entwicklung für die zukünftige Gestaltung und Bewirtschaftung der Kulturlandschaften aufzuzeigen. Untersucht werden sollen bspw. der personenbezogene Bedarf an ökologischen Leistungen der Kulturlandschaft (z.B. für Ernährung, Trinkwasser- oder Energieversorgung oder für Freizeit und Erholung) sowie Wege für eine Verringerung der wachsenden Kluft zwischen dem flächenbezogenen Bedarf der Bevölkerung an Ver- und Entsorgungsleistungen einerseits und der Leistungsfähigkeit der Landschaften andererseits.

Gefördert werden in dem Förderschwerpunkt "Ökologische Konzeptionen für Agrarlandschaften" interdisziplinäre Verbundvorhaben, in die sowohl die Nutzer der

²⁶ Hervorgehoben wird, daß dieser Forschungsschwerpunkt die Empfehlungen der Agend 21 aufgreift, einen integrierten Ansatz für die Planung und Bewirtschaftung der Bodenressourcen zu verfolgen und dabei die betroffenen Bevölkerungsgruppen zu beteiligen.

Agrarlandschaften als auch die Entscheidungsträger miteinbezogen werden.²⁷ Damit die inhaltlichen Ziele und konzeptionellen Ansätze erfolgversprechend und adäquat umgesetzt werden können, sind in dem Rahmenkonzept (ausgehend von der zitierten Analyse bisheriger Defizite) die folgenden Kriterien für die Auswahl der regionalen Verbundvorhaben formuliert worden (ebd.: 19f.):

- *Einbeziehung der Entscheidungsträger*
Angestrebt wird hierbei ein "iterativer Lernprozeß zwischen Wissenschaftlern und Praktikern". Für die Wissenschaft bedeute dies zum einen, die vorhandenen Erfahrungen aus der Praxis genauer auszuwerten, zum anderen, das vorhandene Grundlagenwissen synoptisch und zielorientiert aufzubereiten und auf einer strategischen Ebene zu integrieren.
- *Zusammenarbeit ökologischer, ökonomischer und sozialwissenschaftlicher Disziplinen*
- *Abstimmung kurz- und langfristiger Perspektiven*
- *Entwicklung eines in sich konsistenten Forschungsdesigns*
- *Berücksichtigung der überregionalen Ebene*
Hierbei geht es um die wechselseitige Verknüpfung regionaler und überregionaler Handlungsebenen: Zum einen sind mögliche Veränderungen der übergreifenden Rahmenbedingungen in den regionalen Konzepten zu berücksichtigen, zum anderen müssen die regionalen Ergebnisse und Erfahrungen in einen überregionalen Kontext gestellt und hinsichtlich ihrer Übertragbarkeit bewertet 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. Die Kriterien für die Auswahl regionaler Verbundprojekte sind gewonnen aus einer detaillierten und treffenden Analyse der bisherigen Defizite der Agrarlandschaftsforschung; sie weisen zahlreiche Berührungspunkte und Überschneidungen mit den oben in Kapitel 2 entwickelten methodisch-konzeptionellen Kriterien auf. 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 sind dabei über die regionalen politischen Entscheidungsinstanzen und die Landwirte hinaus auch Wasserwirtschaft, Tourismusbranche, Verbraucher etc. zu berücksichtigen.

Kritische Einwände sind vor diesem Hintergrund in erster Linie gegen den traditionellen ökosystemar orientierten Zuschnitt des Gegenstandsbereichs Agrarlandschaft zu erheben (s.o.), gerade weil unter dem Gesichtspunkt der nachhaltigen Entwicklung auch das Verhältnis von Agrarlandschaften, Waldlandschaften, Städten etc. zum Thema wird.²⁸

Dies wird in dem zweiten Arbeitsschwerpunkt (Perspektiven für die Agrarlandschaften im Rahmen einer dauerhaft-umweltgerechten Entwicklung der Industriegesellschaften) z.T. berücksichtigt; es würde die Perspektive erweitern von der nachhaltigen Landbewirtschaftung zur nachhaltigen Entwicklung. Der spezialisierte landschafts-ökologische Zugang sollte daher zu einem regionalen Zugang geöffnet werden, wobei

²⁷ Die Projektvergabe orientiert sich im wesentlichen an dem Verfahren in dem Förderschwerpunkt "Stadtökologie" (BMFT 1991), in dem interdisziplinäre, natur- und sozialwissenschaftliche Verbundforschung, die Kooperation zwischen Wissenschaft und Praxis sowie ein konkreter regionaler Bezug auf der Ebene der Förderinstrumente verankert worden sind (vgl. Jahn/Wehling 1992: 115f.)

²⁸ Dies wird in dem neuen österreichischen Forschungskonzept "Kulturlandschaftsförderung" (BMWFK 1995) stärker berücksichtigt.

unter Region ein Zusammenhang unterschiedlicher, z.T. sich überlagernder Landschaftstypen und Landnutzungsmuster verstanden wird. Dabei könnte es sich anbieten, die Kooperation und Kommunikation zwischen den Akteuren und Akteursgruppen nach Bedürfnisfeldern (z.B. Ernährung; Freizeit/Erholung) zu strukturieren.

3.2.4. Produktionsintegrierter Umweltschutz (PIUS)

Die Entwicklung von Technologien zur Vermeidung, Verminderung und Reparatur von Umweltschäden gehört zu den klassischen Aufgaben der Umweltforschung. Die Förderkonzepte der Umwelttechnik orientierten sich jedoch lange Zeit stark an sogenannten additiven, nachgeschalteten und häufig umweltmedial begrenzten Umweltschutztechniken. Ihre eingeschränkte Wirksamkeit erklärt sich insbesondere daraus, daß Probleme häufig nur räumlich oder zeitlich verlagert werden, der Kostenaufwand erheblich ist und viele drängende Umweltprobleme damit überhaupt nicht gelöst werden können (vgl. Jänicke/Binder 1994). Die Dominanz der End-of-the-pipe-Technologien wurde auch vom Wissenschaftsrat in seiner Stellungnahme zur Umweltforschung kritisiert, der daraus auf einen deutlichen Forschungsbedarf auf dem Gebiet eines produktionsintegrierten Umweltschutzes schloß (Wissenschaftsrat 1994a: 117ff.). Gefordert wird daher seit einigen Jahren ein Perspektiven- und Paradigmenwechsel von der additiven zur integrierten Umwelttechnik: "Man kann das Begriffspaar additive und integrierte Umwelttechnik als einen Paradigmenwechsel in der ingenieurtechnischen Befassung mit Umweltschutz ansehen, und zwar als Wechsel von einem primär emissions- bzw. reststofforientierten Ansatz ("waste-oriented approach") zu einem quellenorientierten Ansatz ("source-oriented approach"), bei dem durch konstruktive Gestaltung von Produktionsprozessen und Produkten der Einsatz von Energie und Stoffen reduziert und damit das Rückstandsauftreten von vornherein verringert wird und deshalb womöglich auf additive Maßnahmen verzichtet werden kann. Additive und integrierte Umwelttechniken sollten jedoch nicht durchweg als Alternativen betrachtet werden. Ökologische Optimierungen von Produktionsprozessen und Produkten sind oft erst bei gleichzeitigem Einsatz additiver und integrierter Technik möglich." (Coenen et al. 1995: 26)

In dem 1994 veröffentlichten Förderkonzept "Produktionsintegrierter Umweltschutz. Vermeidung von Umweltbelastungen aus der industriellen Produktion" (PIUS) hat das BMFT versucht, diesen Paradigmenwechsel zu vollziehen (BMFT 1994a). PIUS strebt integrierte Lösungen an, die "unerwünschte Emissionen gar nicht erst entstehen lassen bzw. weitgehend vermeiden" (BMFT 1994a: 12). Darin wird ein entscheidender Beitrag zur Konkretisierung einer nachhaltigen Entwicklung angesehen, "bei der Umweltschutz integraler Bestandteil des Entwicklungsprozesses ist und nicht von diesem getrennt betrachtet wird" (ebd.: 3).²⁹ Als besonders geeignet werden hierfür emissionsarme Produktionsverfahren eingeschätzt, weil diese sowohl weitgehend schadstofffreie Produkte entwickeln als auch Reduktionsmaßnahmen verfahrenstechnisch direkt in die Produktion integrieren. Der Ansatz des produktionsintegrierten Umweltschutzes, der zur Entwicklung "sauberer Technologien" führen soll, bringe daher "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 (ebd.: 13).

²⁹ Eine entscheidende Implikation dieses Ansatzes ist daher, daß "Umwelttechnik" keinen eigenständigen Sektor der Technikentwicklung mehr darstellt, sondern zum integralen Bestandteil der industriellen Produktionstechnik und Produktentwicklung in allen Sektoren werden muß.

Als wesentliche Ansatzpunkte des produktionsintegrierten Umweltschutzes werden in dem Förderkonzept analog zu den Stufen der industriellen Produktion gesehen (ebd.: 44ff.):

- Innovationen im Inputbereich der Produktion, vor allem Veränderungen der Einsatzmenge und -qualität von Roh-, Betriebs- und Hilfsstoffen,
- Innovationen der Verfahrenstechnik zur Minimierung von Emissionen einschließlich der Vernetzung von Stoffströmen,
- Produktinnovationen mit den Zielsetzungen Verringerung des Materialverbrauchs, Verlängerung der Lebensdauer und Erhöhung der Wieder- und Weiterverwendbarkeit. Dadurch sollen insbesondere die Probleme der Abfallbeseitigung vermindert werden.

Zusätzlich zu diesen Frage- und Problemstellungen mit direktem Bezug zum produktionsintegrierten Umweltschutz sieht PIUS Forschung zu übergreifenden Fragestellungen vor, wie zu Methoden und Instrumenten zur 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.

Eine inhaltliche Konkretisierung des Forschungsbedarfs ergibt sich aus der Konzentration von PIUS auf "unerwünschte" stoffliche Emissionen (ebd.: 43f.). Vorrangig soll die Optimierung solcher Produktionsprozesse gefördert werden, die schwer bzw. nicht abbaubare Schadstoffe oder Stoffgemische emittieren. Besondere Priorität haben:

- flüchtige organische Verbindungen, vor allem halogenierte und halogenfreie Kohlenwasserstoffe,
- organische Spurenschadstoffe, hauptsächlich Dioxine und Furane, polychlorierte Biphenyle, Benzo(a)pyren und weitere polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe,
- Schwermetalle,
- Luftschadstoffe, die aufgrund additiver Reinigungstechniken zu umweltrelevanten festen Rückständen führen,
- sauerstoffzehrende Substanzen und zur Gewässereutrophierung beitragende Nährstoffe,
- schwer abbaubare organische Substanzen,
- Sonderabfälle der industriellen Produktion insbesondere aus der chemischen Industrie sowie
- umweltkritische Produkte wie PVC- und CKW-haltige Produkte.

Insgesamt richtet sich das Förderkonzept PIUS im wesentlichen auf die ressourcensparende und umweltschonende Optimierung von Produkten und ihrer Herstellung;³⁰ die Orientierung der Forschungsförderung an additiven Umwelttechnologien soll abgelöst werden von der Perspektive integrierter Umweltschutzmaßnahmen. Somit greift PIUS mit der Ressourcenschonung sowie der Vermeidung von Problemverlagerungen wesentliche inhaltliche Zielperspektiven einer nachhaltigen Entwicklung auf. Auf der Ebene des methodisch-konzeptionellen Zugangs ist der Ansatz des produkt- und produktionsintegrierten Umweltschutzes aber noch zu erweitern:

³⁰ Während gegenwärtig der Schwerpunkt noch beim produktionsintegrierten Umweltschutz liegt, soll zukünftig der produktintegrierte Umweltschutz stärker in den Vordergrund treten (Interview H. Schulz.) Die staatliche Forschungspolitik und -förderung könne hier aber nur Anstöße geben; in erster Linie sei die Entwicklung umweltverträglicher Produkte Aufgabe der Unternehmen.

Die Notwendigkeit einer weiteren Förderung von Umwelttechniken, vorrangig integrierter Lösungen, wird auch von der Enquête-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" betont. Sie weist jedoch darauf hin, daß unter der Zielsetzung der Nachhaltigkeit die verschiedenen umwelttechnologischen Innovationen nicht isoliert, sondern eingebettet in die übergreifende Suche nach ganzheitlichen Problemlösungen entwickelt werden sollten: "Für eine ökologisch bzw. an stoffpolitischen Leitbildern begründete technologische Neuorientierung ist es unerlässlich, Verwendungszusammenhänge und Nutzungsinteressen von Technik und die sie bestimmenden Wertvorstellungen und Lebensstile mit zu berücksichtigen." (Enquête-Kommission 1994: 69)

In den Blickpunkt rückt damit die Orientierung an gesellschaftlichen Bedürfnisfeldern, an sozialen Innovationen und der Entwicklung "nachhaltiger Konsummuster", die in dem Ansatz des produktionsintegrierten Umweltschutzes bisher kaum zum Ausdruck kommt (vgl. Coenen et al. 1995: 47). Schwerpunkt ist in PIUS vielmehr die technische Optimierung bestehender Produktionsverfahren. Die angestrebten ökologischen Innovationen zielen zudem aufgrund ihrer Fokussierung auf anerkannte Schad- und Problemstoffe weniger auf Maßnahmen der Umweltprevention als vielmehr auf solche der Gefahrenabwehr.

Berücksichtigt man, daß Technik- und Produktentwicklung für eine nachhaltige Entwicklung in soziale Kontexte und Fragestellungen eingebunden werden muß, erscheint die Trennung in eine vorrangig technische Optimierung von Produkten und Produktionsprozessen auf der einen Seite und eine davon weitgehend unabhängige Suche nach neuen Nutzungsformen und Konsummustern auf der anderen als hochgradig problematisch. Handelnde Akteure werden in PIUS dementsprechend eher selektiv wahrgenommen. 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, insbesondere bei der Frage nach dem Schließen von Wirtschaftskreisläufen. Eine Beteiligung von Akteuren aus der Gebrauchsphase oder weiteren gesellschaftlichen Akteuren (z.B. von Umweltverbänden) ist derzeit nicht vorgesehen. Insofern wird die Gebrauchsphase mit ihren spezifischen Anforderungsprofilen und Nutzungsverhalten noch kaum berücksichtigt, obwohl deren umweltfreundliche Gestaltung ausdrücklich angestrebt wird (BMFT 1994a: 48). Gerade angesichts der in der Nachhaltigkeitsdebatte sowie in der Agenda 21 geforderten Veränderungen der Konsummuster wäre aber ein weiterer Perspektivenwechsel dergestalt erforderlich, daß auch aus Konsumentensicht zu bestimmen wäre, welche Produkte für nachhaltige Konsummuster entwickelt und wie diese gestaltet werden müßten.

Ungeachtet der Bemühungen um eine verstärkte Förderung des produktionsintegrierten Umweltschutzes liegt der Schwerpunkt der Umweltschutzinvestitionen in der Bundesrepublik nach wie vor eindeutig bei den additiven End-of-pipe-Techniken (BMFT-Pressemitteilung 6/94; vgl. auch Bundesregierung 1995: 14f.). Dafür können zum einen die in der Regel (zumindest kurzfristig) höheren Innovations- und Investitionskosten für produktionsintegrierten Umweltschutz verantwortlich gemacht werden, da hier der Herstellungsprozeß selbst umgestaltet werden muß. Zum anderen trifft produktionsintegrierter Umweltschutz aber auf eine Reihe spezifischer Innovationshemmnisse, deren Überwindung selbst zum Gegenstand der Forschungsförderung gemacht werden müßte. Bei diesen Innovationshemmnissen läßt sich eine betriebsübergreifende und eine innerbetriebliche Dimension unterscheiden.

Betriebsübergreifend impliziert produktions- und vor allem produktintegrierter Umweltschutz die Verringerung von Materialeinsatz, Emissionen und Abfällen über den gesamten Lebensweg eines Produkts. Dies bedeutet z.B., daß der Hersteller von Halbfertigteilen bereits die spätere Wiederverwertbarkeit der eingesetzten Stoffe und

Materialien im Blick haben und daher die Anforderungen des Recycling-Unternehmens kennen muß. Voraussetzung dafür ist vor allem eine wesentlich verbesserte Kooperation und Kommunikation zwischen den verschiedenen Akteuren entlang des Lebenszyklus von Produkten ("Akteurskette"). Dafür existieren bisher kaum adäquate Ansätze und Formen; diese gezielt zu initiieren und in Modellprojekten zu erproben, stellt eine zentrale Aufgabe der Förderung produkt- und produktionsintegrierten Umweltschutzes dar.³¹

Innerbetrieblich läßt sich der Erfolg der additiven, nachgeschalteten Umwelttechniken - zumindest gemessen an ihrer Einführungs- und Umsetzungsquote - auch damit erklären, daß sie mit den bestehenden betrieblichen Organisationsstrukturen häufig vergleichsweise einfach vereinbar sind und keine einschneidenden Veränderungen von Handlungsroutrinen der wirtschaftlichen Akteure erfordern. Sie entsprechen weitgehend dem Normalfall des Innovationsverhaltens von Unternehmen, wonach Produkte und Verfahren überwiegend kleinschrittig verbessert werden (Lutz 1995). In diese "inkrementalen Produktinnovationen" läßt sich als ein Verbesserungsschritt auch eine additive Umwelttechnik wie der zusätzliche Einbau eines Staubabscheiders einpassen, ohne bestehende Grundmuster umgestalten zu müssen.

Integrierte Lösungen scheitern dagegen häufig daran, daß sie in frühen Phasen des Innovationsprozesses ansetzen müssen und Vernetzung verlangen, nämlich "Vernetzung der Problemwahrnehmung, der technischen Kompetenzen, der Entscheidungen" (Jänicke/Binder 1994: 4). Als Restriktionen integrierter Ansätze fassen Jänicke/Binder zusammen: "Der Wechsel zu nichtadditiven Verfahren ist für Anwender im allgemeinen (kurzfristig) teurer, riskanter, langwieriger und organisatorisch anspruchsvoller als bloße Installation von Entsorgungsmaßnahmen. Die Entwicklung nichtadditiver Verfahren ist häufig technisch schwieriger, weicht stärker von vorherrschenden Denkmustern ab und bedient mit größerem Aufwand kleinere Märkte als additive Verfahren." (Jänicke/Binder 1994: 4)

Ein Förderkonzept zum produktionsintegrierten Umweltschutz muß solche Innovationshemmnisse, die nicht nur in der Produktion, sondern auch im Gebrauch und in der Nachgebrauchsphase Innovationen behindern, als Forschungsthema aufgreifen. Dadurch könnten ein entsprechendes Problembewußtsein erzeugt und modellhaft methodische und/oder konzeptionelle Lösungsvorschläge entwickelt werden. Soll der Übergang zum produktionsintegrierten Umweltschutz als ein Element einer nachhaltigen Entwicklung verstärkt und beschleunigt werden, so müssen auch die strukturellen Bedingungen ökologisch-ökonomischer Innovationsfähigkeit untersucht und verbessert werden (vgl. Lutz 1995).

3.2.5. 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 herausgegeben wurde (BMBF 1995d), Anknüpfungspunkte für eine 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 das "Wirtschaften in Kreisläufen" einen von fünf Forschungsschwerpunkten von "Produktion 2000" dar. Zum anderen

³¹ Darauf zielt beispielsweise das vom UBA geförderte Vorhaben "Stoffflüsse ausgewählter umweltrelevanter chemischer Stoffe (Produktlinien-Controlling)".

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 Unternehmen zukünftig stellen müssen, gezählt (BMBF 1995d: 6f.).

In einem Diskussionsprozeß mit Experten verschiedener Fachrichtungen sowie anhand der Ergebnisse vorbereitender Untersuchungen wurden als Antworten auf die zukünftigen Herausforderungen identifiziert:

- Global ausgerichtete Produktionskonzepte,
- Einbeziehen der Menschen mit all ihren Fähigkeiten,
- Wirtschaften in intelligenten, branchenübergreifenden, umweltgerechten Kreisläufen,
- Lokal orientierte Produktionskonzepte, die regionale Kreislaufprozesse unterstützen und damit Arbeitsplätze in kleinen und mittleren Unternehmen bieten.

Daraus wurden als Forschungsschwerpunkte von besonderer strategischer Bedeutung für Produktion 2000 abgeleitet:

- Produktentwicklungsmethoden und Produktionsverfahren: Hier sollen neben technologischen Innovationen auch organisatorische, arbeitswissenschaftliche, ökologische und gesellschaftliche Anforderungen beachtet werden. Hervorzuheben sind z.B. Forschungen zur Modularisierung von Produktstrukturen.
- 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.
- Logistik für die Produktion: Der Schwerpunkt geht von der zunehmenden Bedeutung der Lösung interner und zwischenbetrieblicher logistischer Probleme für die Wettbewerbsfähigkeit aus und strebt die Integration der Logistik in alle Unternehmensfunktionen an.
- Informationstechnik für die Produktion: Hier soll die Anwendung und Integration der Informationstechnik in die Produktion verbessert werden, um Produktionsstandorte und die Qualität der Produktion zu sichern.
- Produzieren im turbulenten Umfeld: Dieser Ansatz zielt auf die Entwicklung von Strukturen und Handlungshilfen für Unternehmen, damit diese der zunehmend schnelleren Veränderung Rechnung tragen können. Schwerpunkte sind dabei einerseits die Entwicklung offener, lernfähiger Organisationen und andererseits Gestaltung und Betrieb wandlungsfähiger Produktionssysteme.

Zusätzlich zu diesen Forschungsschwerpunkten benennt Produktion 2000 als übergreifende Themenfelder die Beschleunigung von Innovationsprozessen, die Qualifizierung von Mitarbeitern, die zwischenbetriebliche Kooperation, die Berücksichtigung der zu-

nehmenden Globalisierung von Produktion sowie die entwicklungsbegleitende Normung (BMBF 1995d: 24ff.).

Das Rahmenkonzept "Produktion 2000" steht insgesamt unter der Leitidee einer wettbewerbsfähigen und umweltverträglichen Produktion. Es bietet damit zu dem Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung Überschneidungen und Anknüpfungspunkte inhaltlicher wie methodischer Art.

So geht das Konzept generell davon aus, daß für eine Verbesserung der industriellen Innovationsfähigkeit strukturelle Voraussetzungen geschaffen werden müssen, um auf die erkannten Hemmnisse (wie sie etwa in 3.2.4. am Beispiel des produktionsintegrierten Umweltschutzes skizziert worden sind) reagieren zu können. 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 (vgl. auch Interview Findersen/Höfer/Voss).

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 erforderlich, sondern es sollen vor allem übergreifende Kriterien geprüft werden, z.B. Zukunftsorientierung, komplexe Fragestellungen und interdisziplinäre Lösungsansätze, umwelt- und sozialverträgliche Entwicklungen sowie branchenübergreifender Einsatz der Ergebnisse. Als wichtig wird dabei angesehen, "den Produktlebenszyklus insgesamt" im Blick zu haben (BMBF 1995d: 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.

Problematisch ist allerdings unter der Perspektive einer nachhaltigen Entwicklung die Zielsetzung von Produktion 2000, mit der Verbesserung der Innovationsfähigkeit eine weitere Beschleunigung von Innovations- und Produktzyklen sowie eine weitere Produktdiversifizierung anzustreben.

3.2.6. Konzepte für nachhaltiges Wirtschaften

Der neue Förderschwerpunkt "Konzepte für nachhaltiges Wirtschaften" steht gegenwärtig kurz vor dem Abschluß der Vorbereitungsphase. Die inhaltliche Beschreibung des Schwerpunktes liegt gegenwärtig erst als Entwurf vor (BMBF 1996e). Es ist aber vorgesehen, noch im Sommer 1996 mit der Ausschreibung und Auswahl der ersten Projektskizzen zu beginnen. Die ersten Vorhaben sollen ab März 1997 gefördert werden (BMBF 1996e: 8).³²

Ausgangspunkt des Förderschwerpunkts ist die Annahme, daß die Aufgabe zu einem "nachhaltigen Wirtschaften" zu kommen, nicht gelöst werden kann "durch eine ein-

³² Das Förderungsverfahren orientiert sich an dem im Schwerpunkt Stadtökologie proktizierten, wonach von den interessierten WissenschaftlerInnen zunächst Projektskizzen vorgelegt werden, von denen in einem ersten Schritt einige zur Ausarbeitung von Projektanträgen ausgewählt werden. daraus werden wiederum die geförderten Vorhaben ausgewählt. Das Fördervolumen ist bisher noch nicht absehbar; es dürfte sich ebenfalls an der Stadtökologie orientieren (ca. 5 Mio DM für die erste Ausschreibungspahse).

fache Begrenzung wirtschaftlichen Handelns oder Rückkehr zu traditionellen, weniger intensiven Produktions- und Wirtschaftsformen". Diese Entwicklungsaufgabe bedeute vielmehr, "das Ziel eines nachhaltigen, dauerhaft umweltgerechten Wirtschaftens zum Motor für Innovationsprozesse in der Wirtschaft und in der Gesellschaft zu machen" (BMBF 1996e: 1) In diesem Rahmen beschäftigt sich der neue Schwerpunkt vorrangig mit (nicht-technischen) sozialen und wirtschaftlichen Innovationen für ein nachhaltiges Wirtschaften.

In der wissenschaftlichen Literatur werde gegenwärtig ein breites Spektrum möglicher sozialer Innovationen für ein nachhaltiges Wirtschaften diskutiert. Diese reichen von Verhaltensänderungen der Verbraucher über neue Nutzungsformen (z.B. Gemeinschaftsnutzung) und langlebige, nachrüstbare Produkte bis hin zu neuen Formen der Kommunikation, Kooperation und Konsensbildung sowie Ansätzen zu einem stärker regionalisierten Wirtschaften. Es gebe aber bisher nur wenig gesicherte Kenntnisse darüber, welche ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Potentiale solche Ansätze tatsächlich enthielten oder unter welchen Bedingungen und in welchen Bereichen sie erfolgreich umgesetzt werden könnten. Ziel des neuen Schwerpunktes sei es daher, "das Wissen über mögliche soziale und wirtschaftliche Innovationen für ein nachhaltiges Wirtschaften zu verbessern, ihre Wirkungen im Hinblick auf die Entlastung der Umwelt abzuschätzen, hemmende und fördernde Bedingungen zu erkennen und möglichst gut übertragbare Konzepte für nachhaltiges Wirtschaften vorzuschlagen" (ebd.: 2).

Ausgehend von dieser Aufgabenstellung wird das Verhältnis des Förderschwerpunkts "Konzepte für ein nachhaltiges Wirtschaften" zu den technologie-orientierten Förderbereichen des BMBF, insbesondere im Feld 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 abhängen (ebd.: 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 (ebd.: 5):

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

Das erste Leitthema "Regionale Ansätze für nachhaltiges Wirtschaften" wird vor allem deshalb vorgeschlagen, weil nachhaltiger Wandel hier aufgrund der Überschaubarkeit der Region "akteursbezogen" beschrieben werden könne (ebd.: 10). Dabei könne die Region sowohl naturräumlich als auch als ein wirtschaftliches Funktionssystem als auch als ein politisches Verhandlungssystem abgegrenzt werden. Als allgemeine Ziele dieses Forschungszugangs formuliert der Konzeptentwurf (ebd.):

- Stärkung der Region
- Vermehrte und effiziente Nutzung des regionalen Potentials
- Reduzierung von Stoffkreisläufen.

Eine wesentliche Voraussetzung für die Umsetzung von ökologischen oder ökonomischen Handlungsansätzen in der Region stellt die Verständigung der am regionalen Entwicklungsprozeß beteiligten Akteure über ihre jeweiligen Handlungsziele dar. Dafür müßten entsprechende Formen und möglicherweise auch Institutionen (z.B. Nachhaltigkeitsagenturen) geschaffen werden. Als wichtig wird zugleich angesehen, die Wechsel-

wirkungen zwischen Regionen unter Berücksichtigung der internationalen und globalen Zusammenhänge miteinzubeziehen.

Der zweite Forschungszugang "Konzepte für nachhaltiges Wirtschaften in ausgewählten Bedürfnisfeldern" ist darauf ausgerichtet, für komplexe Bedürfnis- und Bedarfssfelder "Strategien zur Verringerung der absoluten Menge des Ressourcenverbrauchs und der daraus resultierenden Belastung sowie zur qualitativen Verbesserung der verbleibenden Stoffströme zu entwickeln" (ebd.: 16). Dabei sollen die folgenden übergreifenden Ziele verfolgt werden (ebd.: 17):

- Erhöhung der Ressourcenproduktivität
 - Reduzierung der Schadstoffbelastungen
 - Erschließung neuer Märkte und zukunftsweisender Wirtschafts- und Lebensformen.
- Als wichtige Schwerpunktsetzungen werden einerseits branchenbezogene oder branchenübergreifende Ansätze und Strategien, andererseits neue Angebots- und Nutzungsformen (z.B. langlebigere Produkte oder Ersetzung von Produkten durch Dienstleistungen) angesehen. Große Bedeutung wird einer Verbesserung der Kommunikation und Kooperation zwischen den beteiligten Akteuren eines Bedürfnisfeldes beigemessen, beispielsweise zwischen unterschiedlichen Unternehmen, zwischen Herstellern und Handel oder zwischen Wirtschaft und VerbraucherInnen.

Hinsichtlich der zu untersuchenden Bedürfnisfelder wurde eine Vorauswahl nach den folgenden Kriterien getroffen: Sie sollten erstens materialintensiv sein und/oder hohe Schadstoffbelastungen erzeugen, zweitens ein umfassendes Spektrum wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Sektoren und Akteure miteinschließen, drittens von hoher wirtschaftlicher und/oder gesellschaftlicher Relevanz sein, viertens ein deutliches Potential an unterschiedlichen Handlungsalternativen enthalten. Danach wurden die drei Bedürfnisfelder "Bauen und Wohnen", "Ernährung" sowie "Freizeit und Erholung" ausgewählt. Als relevantes Bedarfssfeld wurde zudem die "Versorgung mit Haushaltsgütern" vorgeschlagen; hier sollten vor allem Möglichkeiten entwickelt werden, die Nutzungsdauer der Produkte zu verlängern.

Das dritte Leitthema "Wege zu nachhaltigen Konsummustern und Lebensstilen" rückt Möglichkeiten zur Veränderung des Konsumverhaltens als einen Ansatz für nachhaltiges Wirtschaften in den Mittelpunkt. Hervorgehoben wird, daß nachhaltiges Wirtschaften "kein vorgegebenes Leitbild" ist, sondern in einem Prozeß von den Mitgliedern der Gesellschaft "sozial konstruiert" wird: "Die entscheidende Rolle auf dem Weg zu einer nachhaltigen Wirtschaft kommt daher den direkten Akteuren in selbstorganisierten Lern-, Verständigungs- und Gestaltungsprozessen zu." (Ebd.: 23) Übergreifende Ziele dieses Forschungszugangs sind (ebd.: 24)

- Umsetzung von Umweltbewußtsein in umweltbewußtes Nachfrageverhalten
- Akzeptanzsteigerung für neue Angebots- und Nutzungsformen
- Ableitung umweltverträglicher, nachhaltiger Wohlstandsmodelle.

Dabei sollen drei wesentliche Aspekte beachtet werden: Es dürfen erstens keine "exotischen Ausnahmen" untersucht werden, sondern "normale Haushalte", um auf diese Weise die Verallgemeinerbarkeit der Forschungsergebnisse zu gewährleisten. Zweitens müsse ein pädagogisierender Forschungsansatz vermieden werden, der sich "von oben herab" seinem Gegenstand nähert; vielmehr müssen die jeweiligen situativen Kontexte und Problemlagen der KonsumentInnen ernst genommen und das Konzept nachhaltiger Konsummuster auch für deren Erfahrungen offen gehalten werden. Schließlich biete sich drittens ein zielgruppenorientiertes Vorgehen an.

Als Voraussetzungen für die Entwicklung nachhaltiger Konsummuster werden einerseits Ansätze zu einer "Stärkung der Konsumkompetenz" der VerbraucherInnen angesehen (ebd.: 25), andererseits die Analyse von Konsum in seinem alltagsweltlichen, kulturellen, politischen und wirtschaftlichen Kontext. Konsum dürfe nicht - wie häufig

in den Wirtschaftswissenschaften - auf eine isolierte und punktuelle Kaufentscheidung reduziert werden (ebd.: 26f.). Besonders zu berücksichtigen seien in diesem Zusammenhang auch die geschlechtsspezifischen Aspekte des Konsums. Die Verantwortung für umweltschonendes Handeln im privaten Haushalt werde in der Regel den Frauen zugewiesen, ohne daß dem immer die gesellschaftliche Anerkennung und die tatsächliche Entscheidungskompetenz entsprächen: "Forderungen nach nachhaltigem Konsum müssen daher ein besonderes Augenmerk darauf richten, ob sie nicht zu weiterer Mehrarbeit der Frauen führen." (Ebd.: 27)

Die Umsetzung der beschriebenen Forschungsthemen und Fragestellungen soll in integrativen Leitprojekten erfolgen. Dabei müssen 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 (ebd.: 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 (ebd.: 6f.).³³

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 oben in Kap. 2 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 Förderschwerpunkts ist vor allem die vorgesehene Arbeitsteilung mit den umwelttechnischen Förderbereichen anzusehen. Obwohl das Förderkonzept selbst auf die Wechselwirkungen zwischen sozialen und technischen Innovationen hinweist, wird das Verhältnis zu den technologieorientierten Ansätzen (etwa "Produktionsintegrierter Umweltschutz") als "komplementär" und letztlich additiv beschrieben: "Der Schwerpunkt ergänzt die vorwiegend technisch oder naturwissenschaftlich ausgerichteten Förderschwerpunkte des BMBF. In ihm werden deshalb Forschungsarbeiten zu Produktions- und Konsumvorgängen außerhalb der unmittelbaren Industrieproduktion, und zum sozialen und wirtschaftlichen Innovationspotential jenseits von Industrie-Anlagen und technischen Verfahren im Vordergrund stehen." (Ebd.: 2f.)

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

³³ Ergänzend zu dem Auswahlverfahren aus dem Schwerpunkt Stadtökologie sollen alle eingereichten Projektskizzen bei einer Veranstaltung präsentiert werden, um auf diese Weise auch einen Informations- und Erfahrungsaustausch zwischen den jeweiligen Antragstellern zu initiieren (ebd.: 8).

sich daher als ein vielfach miteinander verschränkter Prozeß. Gerade für das Ziel der Nachhaltigkeit muß diese Verschränkung zum Ausgangspunkt der Forschungspolitik gemacht werden. Andernfalls besteht die Gefahr, daß bestehende Technik- und Produktlinien weiter optimiert werden und getrennt davon soziale Innovationen entworfen werden, die ganz andere technologische Entwicklungen erfordern würden.

In einem früheren konzeptionellen Entwurf (BMBF 1995f) war daher der übergreifende und integrative Anspruch des neuen Förderschwerpunkts zu Recht wesentlich stärker herausgestellt worden: "Der neue Ansatz erweitert und vernetzt die bisher vorwiegend an technischer Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit orientierte Optimierung von Produktionsprozessen und -verfahren als Gegenstand der Technologieförderung des BMBF. Er soll mit seinem erweiterten Innovationsverständnis das Entwicklungspotential innerhalb der Umweltsysteme, wie auch die ökologischen Anforderungen an Produktionsprozesse (critical loads) und die sozialen und wirtschaftlichen Bedingungen für ein nachhaltiges Wirtschaften bestimmen und so Konzepte für nachhaltiges Wirtschaften als *integrativen Ansatz* erarbeiten. Der neue Ansatz gibt damit auch Impulse für die Ausrichtung und die Rahmenbedingungen einer ökologisch nachhaltigen technischen Optimierung." (BMBF 1995f: 6 - Herv. i. Orig.)

Um diesem integrativen Charakter Rechnung zu tragen, ist die Verknüpfung der Konzepte für nachhaltiges Wirtschaften mit den umwelttechnischen Förderschwerpunkten zunächst erheblich zu verstärken, z.B. durch gemeinsame Workshops und gezielte Formen des Ergebnistaustausches. Längerfristig sollten die Schwerpunkte zu technischen und zu sozialen Innovationen integriert und zusammengefaßt werden, beispielsweise in einer Gliederung nach Bedürfnisfeldern. Dem könnte entgegenkommen, daß der neue Förderschwerpunkt im neuen Umweltforschungsprogramm der Bundesregierung gemeinsam mit den umwelttechnischen Ansätzen den Forschungsschwerpunkt "Nachhaltiges Wirtschaften" bilden soll (vgl oben 3.2.1.).

3.2.7. Fazit zur Umweltforschung

Die dargestellten Förderkonzeptionen lassen ein großes Spektrum wichtiger und weiterführender Umorientierungen der Umweltforschung und -technik im Hinblick auf das Leitbild nachhaltige Entwicklung erkennen. Am konsequentesten sind hierbei (ungeachtet einzelner Einschränkungen) die beiden Schwerpunkte "Konzepte für nachhaltiges Wirtschaften" sowie "Ökologische Konzeptionen für Agrarlandschaften". Unabhängig von Bewertungen im Detail verdeutlichen diese Konzepte auch, daß nachhaltige Entwicklung wissenschaftlich-technisch nur dann adäquat untersucht und konkretisiert werden kann, wenn Forschungspolitik und -förderung neue Impulse setzen und innovative Ansätze erproben. In den anderen dargestellten Feldern ist die Orientierung an nachhaltiger Entwicklung zwar ebenfalls aufgenommen, aber jeweils nur in Teilaspekten umgesetzt worden.

Von ausschlaggebender Bedeutung für die weitere Entwicklung der Umweltforschung und -technik wird sein, daß diese neuen Konzepte nicht in abgegrenzten "Nischen" neben den bisherigen Ansätzen bleiben,³⁴ sondern in diese hineinwirken und dort zu entsprechenden Umorientierungen führen. Mittelfristig sollten die in den genannten Konzepten angelegten Ansätze, beispielsweise zu einem stärker regional orientierten Wirtschaften oder zu anderen Formen der Technik- und Produktentwicklung, darüber hinaus auch auf andere Bereiche der FuT-Politik übergreifen.

Die Umorientierung im Hinblick auf Ansätze zu einer nachhaltigen Entwicklung trifft jedoch bereits im Feld der Umweltforschung auf eine ganze Reihe grundlegender

³⁴ Für beide genannten Konzepte sind bisher nur vergleichsweise bescheidene Fördermittel vorgesehen.

und struktureller Defizite und Hemmnisse. Zu deren Überwindung muß die Forschungspolitik und -förderung auf verschiedenen Ebenen innovative Beiträge leisten:

a) 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 (vgl. Wissenschaftsrat 1994a). Obwohl inzwischen allgemein anerkannt wird, daß Umweltprobleme nicht allein naturwissenschaftlich-technisch gelöst werden können, zielen weiterhin nur wenige Förderkonzepte in der Umweltforschung konsequent auf eine problemorientierte Zusammenarbeit zwischen diesen Disziplingruppen. 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: 20.). Von der gesamten Projektförderung des BMBF zur Umweltforschung entfielen 1994 nur 4,8 Prozent und 1995 nur 5,4 Prozent auf Projekte "mit erheblicher humanwissenschaftlicher Beteiligung" (ebd.: 19f). Für die angestrebte Orientierung der Umweltforschung an nachhaltiger Entwicklung (etwa nach den Kriterien der problemorientierten Interdisziplinarität, der Akteursorientierung, der Ausrichtung an Bedürfnisfeldern und der reflexiven Folgenorientierung) sind diese Anteile viel zu gering (vgl. auch unten Kap. 5.1.). Insbesondere die sozialwissenschaftlich orientierte Umweltforschung erweist sich bisher sowohl quantitativ wie qualitativ als unzureichend. Die Ausweitung und Verbesserung einer interdisziplinären und problemorientierten Umweltforschung stößt aber auch an den institutionellen Strukturen der Forschungslandschaft an Grenzen (s.u.); zudem stehen dafür bisher zu wenig geeignete und "strukturbildende" Instrumente der Forschungsförderung zur Verfügung.

b) (Umwelt-)Forschung zur Konkretisierung einer nachhaltigen Entwicklung stellt, wie oben (Kap. 2) begründet, spezifische Verknüpfungen von Grundlagen- und anwendungsbezogener Forschung her. Demgegenüber dominieren in weiten Bereichen insbesondere der naturwissenschaftlichen Umweltforschung nach wie vor stark grundlagenorientierte Ansätze. Dies gilt auch für die seit den 80er Jahren vom BMBF durch die Einrichtungen 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 1996b: 19). Hinzu kommt, daß die vielfach geforderte Integration sozial- und wirtschaftswissenschaftlicher Ansätze in die Ökosystemforschung auf starke konzeptionelle und methodische Schwierigkeiten trifft und bisher noch kaum vorangekommen ist.

Erste Schritte in die hier angedeutete Richtung scheint das BMBF unternommen zu haben, in dem es die bisherige, ökosystemar ausgerichtete Waldschadensforschung umakzentuiert hat hin zu einer umsetzungsorientierten Forschung zum "Waldumbau" (BMBF 1995c: 48) Dabei sollen auch wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Fragestellungen stärker als bislang integriert werden (Interview Schulz)

c) 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 (Enquête-Kommission 1994: 69). Dies heißt umgekehrt auch, daß die sozialen, kulturellen und wirtschaftlichen Kontexte, die die Technikentwicklung prägen und "härten", ebenfalls sehr viel stärkere Berücksichtigung finden müssen. Technikentwicklung kann nicht mehr nur von den bereits existierenden Technologien und technologischen Entwicklungspfaden her konzipiert werden, sondern auch ausgehend von gesellschaftlichen Bedürfnisfeldern, Handlungskontexten und Konsummustern.³⁵ Mögliche Zugänge dazu sind in dem Förderschwerpunkt "Konzepte für nachhaltiges Wirtschaften" skizziert.

Auch im Feld der Umwelttechnik ist aber 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: 121). Hier sind strukturbildende Instrumente der Forschungsförderung, aber auch innovative Methoden und Verfahren der Technologiebewertung erforderlich.

d) Die Orientierung am Konzept einer nachhaltigen Entwicklung trifft auch in der institutionellen Struktur der Umweltforschung auf starke Hindernisse. Zum einen ist die Forschungslandschaft in diesem Feld stark durch die bisherigen Prioritätensetzungen von Umweltpolitik und Umweltforschung geprägt; es überwiegen daher naturwissenschaftlich-technisch ausgerichtete Einrichtungen der Umweltforschung. Dies betrifft insbesondere die 16 - jetzt in der Hermann-Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF) zusammengeschlossenen - Großforschungseinrichtungen. Diese sind zum großen Teil gegründet worden zur Entwicklung von Großprojekten vor allem im Bereich der Kernenergietechnik, haben sich aber seit den 70er Jahren immer stärker der Umweltforschung als einem neuen Aufgabenfeld zugewandt. 1992 haben sich acht der 16 HGF-Institute zu einem "Forschungsverbund Umweltvorsorge" zusammengeschlossen, um ihre Forschungspotentiale zu bündeln und die Anwendung auf umweltpolitische Problemlagen zu verbessern (AGF 1993).³⁶

Wenngleich in den letzten Jahren in einigen der Großforschungseinrichtungen sich eine Reihe von sozialwissenschaftlich, interdisziplinär oder systemanalytisch orientierten Arbeitsgruppen etabliert haben, bleibt die Umweltforschung der HGF-Institute insgesamt naturwissenschaftlich-technisch geprägt. Auch das BMFT räumte 1994 ein, die Themenauswahl in den Großforschungseinrichtungen entspräche aufgrund ihrer Personalstruktur "nicht immer der gegenwärtigen Prioritätensetzung der Umweltforschung" (BMFT 1994b: 22). Der Wissenschaftsrat kam in seiner Stellungnahme zur Umweltforschung zu dem Ergebnis: "Die hervorragende Ausstattung der Großforschungseinrichtungen hat nicht in jedem Fall zu überzeugenden Leistungen in der Forschung geführt. Die Ursachen hierfür liegen vielfach in der Personalstruktur der Großforschungseinrichtungen." (Wissenschaftsrat 1994a: 36) Zudem hat der Wissenschaftsrat wiederholt hervorgehoben, daß Umweltforschung nur in wenigen Gebieten (etwa der Klimamodellierung oder der Meeresumweltforschung) an Großgeräte und

³⁵ Ein solcher Ansatz geht, wie oben dargestellt, auch über die in der Nachhaltigkeits-Debatte vielfach geforderte Umorientierung von der "additiven" zur produktions- und produktorientierten Umwelttechnik hinaus.

³⁶ Der Wissenschaftsrat (1994a: 159) merkt dazu an: "Der von den Großforschungseinrichtungen gegründete Forschungsverbund 'Umweltvorsorge' hat in den von ihm abgedeckten Bereichen bislang nur eine begrenzte Wirksamkeit bei der institutionenübergreifenden Kooperation entfalten können."

administrative Großstrukturen gebunden sei, aber viel eher flexible, themen- und problemorientierte Forschungsverbände auf Zeit erfordere (Wissenschaftsrat 1991: 113f).

Mit der Gründung von stärker interdisziplinär ausgerichteten Einrichtungen der Umweltforschung vor allem in den neuen Bundesländern hat die Bundesregierung in den letzten Jahren zwar neue Akzente zu setzen versucht. Zu nennen sind insbesondere das Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle (UFZ), eine der Großforschungseinrichtungen, das sich verstärkt auch sozialwissenschaftlichen Fragen zuwenden soll,³⁷ sowie das über die "Blaue Liste" geförderte Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), das interdisziplinäre Ansätze zur Erforschung des "Globalen Wandels" erarbeiten soll. Zu einer grundlegenden Neuorganisation und Umstrukturierung der Umweltforschungslandschaft ist es dadurch aber nicht gekommen (vgl. dazu auch unten Kap. 5.4).

Besondere Bedeutung gewinnt die beschriebene Ausrichtung der Forschungslandschaft angesichts des hohen Anteils der institutionellen Förderung an der Umweltforschung. 1994 entfiel von der gesamten Förderung des BMBF im Bereich der Umweltforschung von rund 682 Mio DM mit etwa 336 Mio DM fast die Hälfte auf die institutionelle Förderung, wovon wiederum über 90 Prozent in die HGF-Institute flossen (BMBF 1996c); für die direkte Projektförderung wurden knapp 346 Mio DM aufgewendet. Besonders ungünstig war das Verhältnis zwischen Projektförderung und institutioneller Förderung im Förderbereich Ökologische Forschung: Hier standen den Projektmitteln von rund 83 Mio DM Ausgaben von 144 Mio DM für institutionelle Förderung gegenüber. Damit sind im Bereich der

Umweltforschung, und besonders in der ökologischen Forschung, die Mittel für eine flexible und zielorientierte Projektförderung, mit der schnell auf neue Problemlagen oder veränderte Problemwahrnehmungen reagiert werden könnte, vergleichsweise begrenzt.³⁸ Der Wissenschaftsrat hat vor diesem Hintergrund empfohlen, die institutionelle Grundfinanzierung der Großforschungseinrichtungen zugunsten von Projektmitteln für Umweltforschungsprogramme zu kürzen. Um diese Gelder sollten sich die Arbeitsgruppen aus den Großforschungseinrichtungen in Konkurrenz mit WissenschaftlerInnen aus anderen Instituten bewerben. (Wissenschaftsrat 1994a: 159).

3.3. Verkehrs- und Mobilitätsforschung

Der Verkehr stellt einen Schlüsselbereich für die Annäherung an eine nachhaltige Entwicklung dar: Zum einen ist die Sicherung der Mobilität von Personen und Gütern eine grundlegende Voraussetzung für gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung; zum anderen gehen vom Verkehrsbereich eine ganze Reihe schwerwiegender Umwelt- und Gesundheitsbelastungen aus: Auf lokaler und regionaler Ebene reichen diese von Schadstoffemissionen, Lärm und Flächenverbrauch über die Zerschneidung von Landschaften bis hin zur Zersiedelung und Verödung der Städte (vgl. SRU 1994; Enquête-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" 1994). In globaler Hinsicht sind der wachsende Anteil des Verkehrs (vor allem in den entwickelten Industriegesell-

³⁷ Bisher ist die Integration sozial- und wirtschaftswissenschaftlicher Ansätze am VFZ aber kaum noch erkennbar.

³⁸ Aus diesem Grund kann das Umweltbundesamt häufig, wenn auch in geringem Umfang, flexibler auf neue Problemstellungen reagieren.

schaften) an den klimagefährdenden CO₂-Emissionen,³⁹ der hohe Verbrauch nicht-erneuerbarer fossiler Brennstoffe sowie der enorme Ressourceneinsatz bei der Herstellung der Fahrzeuge zu nennen. Vor diesem Hintergrund hat das Umweltbundesamt festgestellt: "Der heutige Verkehr steht nicht im Einklang mit den Zielsetzungen einer nachhaltigen Entwicklung." (UBA 1995: 236). Zudem gehen alle Prognosen für die nächsten Jahrzehnte von einem mehr oder weniger starken Wachstum des motorisierten Verkehrs aus - sowohl des Fahrzeugbestandes als auch der zurückgelegten Kilometer. Damit zeichnet sich auch ab, daß die Verkehrsentwicklung in Zukunft noch stärker als bisher schon auf Kapazitätsengpässe in der Infrastruktur und auf finanzielle Grenzen ihres weiteren Ausbaus treffen wird.

3.3.1. Bisherige Verkehrsforschung des Bundes

Die Forschung und Entwicklung im Verkehrsbereich steht angesichts dieser Zusammenballung von Problemen vor der dringlichen Aufgabe, Impulse zu setzen und Strategien zu erarbeiten für eine zukunftsfähige Umgestaltung des Verkehrs im Rahmen einer nachhaltigen Entwicklung.⁴⁰ Dies erfordert allerdings innovative konzeptionelle, methodische und organisatorische Ansätze nicht nur in der Verkehrsforschung, sondern auch in der Forschungspolitik.

In der Bundesrepublik wird verkehrsbezogene FuE gegenwärtig (auf Bundesebene) von verschiedenen Ressorts betrieben oder gefördert, zwischen denen eine an den Ressortzuständigkeiten orientierte Arbeitsteilung besteht (vgl. BMV 1995). Der weitaus größte Teil der Verkehrsforschung fällt in die Zuständigkeit des BMBF,⁴¹ das überwiegend die Entwicklung und Verbesserung von Verkehrstechnologien fördert, daneben auch verkehrsbezogene Grundlagenforschung (vgl. BMFT 1994c). In den vergangenen Jahren sind jeweils etwa 45 bis über 50 Prozent des BMBF-Budgets in bodengebundene Verkehrsforschung für die Entwicklung und Erprobung der Magnetschwebebahn Transrapid geflossen: 1993 etwa entfielen von insgesamt 160 Mio DM fast 85 Mio DM auf die Transrapid-Förderung. Forschung zu Kraftfahrzeugen und Straßenverkehr wurden 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 (BMFT 1994c: 32). Als besonders problematisch erweist sich dabei (wie im Fall des Transrapid) die isolierte Förderung und Entwicklung einzelner Technologielinien ohne Berücksichtigung ihrer Anwendungskontexte und ihrer Integrierbarkeit in das vorhandene Ver-

³⁹ Dabei zeichnet sich ab, daß der Verkehrsbereich seinen Beitrag zu der von der Bundesregierung angestrebten Reduktion der CO₂-Emissionen um 25 Prozent bis zum Jahr 2005 nicht leisten wird. Dieses Ziel wird daher nur zu erreichen sein, wenn in anderen Bereichen Einsparungen von mehr als 25 Prozent erzielt werden können.

⁴⁰ Die folgenden Ausführungen beschränken sich auf die "Forschung und Technologie für den bodengebundenen Verkehr". Die staatliche Förderung der Luftfahrtforschung und Hyperschalltechnologie erfolgt in einem eigenen Förderschwerpunkt. Angesichts des stark zunehmenden Luftverkehrs und seiner gravierenden Umweltauswirkungen müssen auch hier Aspekte der Umweltverträglichkeit und Nachhaltigkeit in Zukunft wesentlich stärker berücksichtigt werden.

⁴¹ Von den für 1996 vorgesehenen Ausgaben des Bundes für Forschung zum bodengebundenen Verkehr in Höhe von knapp 249 Mio DM entfallen 182 Mio auf das BMBF und rund 51 Mio auf das BMV (BMBF 1996d; BMV 1995). Die übrigen Mittel verteilen sich auf andere Ressorts mit geringen Anteilen verkehrsbezogener Forschung (BMU, BMWi, BMBau etc.).

kehrssystem. Zu dem hohen Aufwand für die Entwicklung der Technologie kommen dann nochmals hohe Kosten für die Schaffung von Anwendungsfeldern.⁴²

In der Zuständigkeit des Bundesministeriums für, Verkehr (BMV) liegt vorwiegend ressortspezifische, anwendungsorientierte Forschung beispielsweise zur Verkehrssicherheit, zu Verkehrswegeplanung und -bau und zum Stadtverkehr sowie "wissenschaftliche und allgemeinwirtschaftliche Untersuchungen auf allen Fachgebieten der Verkehrsverwaltung" (BMV 1995). Das BMU 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: 236ff.). Im Zuständigkeitsbereich des BMBau wird verkehrsbezogene oder verkehrsrelevante Forschung beispielsweise im Rahmen des Programms "Experimenteller Wohnungs- und Städtebau" (ExWoSt) betrieben sowie in der Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung (BfLR). Thematisiert werden hier u.a. die raumordnerischen und siedlungsstrukturellen Voraussetzungen und Folgen der Verkehrsentwicklung. Von keinem der Ressorts wird dagegen in nennenswertem Umfang eine sozial- und verhaltenswissenschaftlich orientierte Verkehrs- und Mobilitätsforschung gefördert, die sich mit den Bestimmungsfaktoren des Verkehrsverhaltens, der Verkehrsmittelwahl und möglichen Spielräumen oder Blockaden für Verhaltensänderungen beschäftigt.⁴³

Mit einer derart aufgesplitterten, ressortmäßig spezialisierten, überwiegend technologisch ausgerichteten und zudem bisher nur schwach koordinierten Verkehrsforschung lassen sich die oben beschriebenen Aufgaben einer langfristigen Sicherung und gleichzeitig sozial- und umweltverträglichen Gestaltung von Mobilität kaum bewältigen.⁴⁴ Insbesondere die Trennung fahrzeugtechnischer, verkehrsplanerischer, raum- und stadtplanerischer, umweltwissenschaftlicher sowie sozialwissenschaftlich-verhaltensorientierter Ansätze ist als äußerst problematisch anzusehen.⁴⁵ Vor diesem Hintergrund stellt es einen wesentlichen Fortschritt dar, daß die Bundesregierung gegenwärtig erstmals ein ressortübergreifendes "Forschungskonzept Mobilität und Verkehr" vorbereitet, das die unterschiedlichen Ansätze und Beiträge zu einer Gesamtstrategie integrieren soll (BMBF 1995c: 62; Interview Matthes). Das Programm wird zur Zeit unter Federführung des BMBF erstellt und nach einer Abstimmungsphase (u.a. mit dem Rat für Forschung, Technologie und Innovation, der sich nach der Biotechnologie mit dem Thema "Mobilität und Verkehr" beschäftigen wird) voraussichtlich im Frühjahr 1997 der Öffentlichkeit vorgestellt.

⁴² Dabei hat die Prioritätensetzung zugunsten der Magnetschwebbahn mit dazu beigetragen, daß die Bundesrepublik bei der Weiterentwicklung der Rad-Schiene-Technik in einen technologischen Rückstand geraten ist (vgl. Klenke 1994). Nach Hesse (1993: 243) sind bis 1991 für die Transrapid-Förderung insgesamt 1,466 Mrd. DM gegenüber 489 Mio DM für die Rad-Schiene-Technik aufgewendet worden.

⁴³ Entsprechende Fragestellungen werden z.T. außerhalb der Verkehrsforschung bearbeitet, etwa in den Verbundprojekten zur "ökologischen Mobilität in Stadtregionen" innerhalb des BMBF-Förderschwerpunkts Stadtökologie.

⁴⁴ Vor diesem Hintergrund hat der Wissenschaftsrat in seiner Stellungnahme zur Umweltforschung die Mobilitätsforschung im Hinblick auf das Verhältnis von Verkehr und Umwelt zu den am stärksten defizitären Bereichen gezählt (Wissenschaftsrat 1994a: 187).

⁴⁵ Das Umweltbundesamt hat daraus die Konsequenz gezogen, seine bislang getrennten technisch bzw. planerisch ausgerichteten Bereiche zu einer gemeinsamen Abteilung "Verkehr und Umwelt" zusammenzufassen (UBA 1995: 236).

3.3.2. Zum ressortübergreifenden Konzept der Bundesregierung zur Mobilitätsforschung

Als Leitorientierung des neuen Programms wird die "Entkoppelung der Mobilität von Verkehrsemissionen und Ressourcenverbrauch" genannt (BMBF 1995c). Damit wird auch die Forderung nach einer Neuorientierung der Verkehrsforschung verbunden. Denn angesichts der skizzierten Problemlagen "reichen technikorientierte Ansätze in der Verkehrsforschung sowie das Denken in einzelnen Verkehrssystemen nicht mehr aus" (BMBF 1995c: 62).

Das Mobilitätsforschungskonzept der Bundesregierung soll nach sechs Handlungsfeldern untergliedert werden, in denen jeweils spezifische Ziele verfolgt werden.⁴⁶

- *Aufbau eines leistungsfähigen Verkehrsgesamtsystems:* Hier solle vor allem das Schienen- und Schifffahrtsnetz, weniger das Straßennetz, verbessert werden.
- *Entwicklung verkehrsreduzierender Strukturen:* Dabei gehe es nicht nur um verkehrsreduzierende Raum- und Siedlungsstrukturen (unter Stichworten wie dezentrale Konzentration, Nutzungsmischung, Stadt der kurzen Wege), sondern auch um Konzepte und Strukturen zur Optimierung des Güterverkehrs (Logistikkonzepte, Transportketten etc.).
- *Schonung von Umwelt und Ressourcen:* Hier werden z.B. deutlich spürbare Verringerungen der CO₂-Emissionen angestrebt aber auch eine umweltgerechte Herstellung und recycling-gerechte Konstruktion der Fahrzeuge sowie neue Antriebskonzepte (vgl. BMBF 1996d: 52).
- *Sicherheit und Gesundheit:* Ungeachtet der rückläufigen Unfallzahlen in den letzten Jahren müsse die Erhöhung der Verkehrssicherheit weiterhin eine vorrangige Aufgabe bleiben.
- *Internationale Wettbewerbsfähigkeit deutscher Verkehrstechnologien:* Vorrangige Aufgaben seien hier vor allem die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit von Bahn, Luftfahrt und Schiffsbau und die Förderung des Transrapid. Die Automobilindustrie bedürfe dagegen unter dem Gesichtspunkt der Wettbewerbsfähigkeit keiner besonderen staatlichen Förderung.
- *Vertieftes Verständnis von Mobilität und Verkehr:* Hier soll ein besseres Verständnis der komplexen Zusammenhänge im Verkehrsbereich erreicht werden. In diesem Handlungsfeld ist daher auch grundlagenorientierte Forschung angesiedelt, etwa im Sinne der Folgenabschätzung technischer Maßnahmen oder neuer Ansätze zur Modellierung und Simulation des Verkehrsgeschehens (vgl. BMFT 1994c: 28f.).

Als ein weiteres wichtiges Forschungsziel wird die Entwicklung und Erprobung elektronischer Verkehrsleitsysteme angesehen. Darin wird ein erhebliches Potential zur Verhinderung von Staus, zur Vermeidung von überflüssigem Verkehr und damit zur Reduzierung von Umweltbelastungen vermutet. Neuere Systeme (wie etwa das 1995 begonnene Projekt MOTIV) sollen dabei nicht auf den Straßenverkehr beschränkt bleiben, sondern auch ein Instrument zur Verknüpfung der Verkehrsmittel, etwa von Autoverkehr und ÖPNV, sein (BMBF 1996d: 225ff.). Längerfristig wird dabei die "bessere Vernetzung und Verknüpfung der Verkehrsträger Straße, Schiene, Wasser, Luft zu einem leistungsfähigen und effizienten Verkehrsgesamtsystem" angestrebt (ebd.: 51).

Die Vernetzung der einzelnen Handlungsfelder und die Kooperation der unterschiedlichen Ressorts soll vor allem durch das Instrument der Leitprojekte erreicht werden (Interview Matthes). Dadurch solle die Forschungsförderung an konkreten Lösungsbeiträgen ausgerichtet werden. Die Leitprojekte sollen exemplarische,

⁴⁶ Die folgenden Ausführungen stützen sich im wesentlichen auf ein Interview mit RD Dr. Matthes (BMBF, Referat 611: Grundsatz- und Querschnittsfragen der Mobilität). Das dabei vorgestellte Konzept beruht auf Überlegungen aus dem BMBF, die noch nicht mit den anderen beteiligten Ressorts abgestimmt sind.

modellhafte und übertragbare Lösungsansätze für Verkehrsprobleme in bestimmten Regionen erarbeiten.⁴⁷ Die Leitprojekte müßten daher interdisziplinär arbeiten und dürften keine rein technischen Demonstrationsvorhaben darstellen. Sie erforderten auch neuartige "Lenkungsmechanismen", an denen die "notwendigen Akteure" beteiligt werden müßten. Dazu sind neben Wissenschaft, Wirtschaft und Politik auch lokale Akteure, etwa kommunale Behörden zu rechnen.

Die Abstimmung zwischen den mit Verkehrsforschung befaßten Bundesressorts könne ebenfalls über die Lenkungsstellen der Leitprojekte erfolgen. Denkbar wären aber auch übergreifende Kooperationsstrukturen, etwa eine programmbegleitende interministerielle Arbeitsgruppe. Im Rahmen des neuen Programms soll aber die bisherige, oben skizzierte Arbeitsteilung zwischen den einzelnen Ressorts durchaus erhalten bleiben; Forschungsförderung würde daher auch in Zukunft im wesentlichen in die Zuständigkeit des BMBF fallen, während das BMV weiterhin überwiegend Ressortforschung betreiben würde.

3.3.3. Bewertung unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit

Im Entwurf des Programmkonzepts werden zwar zentrale Zielperspektiven der Nachhaltigkeit (Ressourcenschonung und Emissionsminderung) aufgegriffen. Als Leitorientierung kristallisiert sich aber eher die Idee der Umweltverträglichkeit des Verkehrssystems heraus. Dagegen stellt (soweit bisher erkennbar) nachhaltige Entwicklung weder auf inhaltlicher noch auf methodischer Ebene das übergreifende Leitbild des Mobilitätsforschungskonzepts dar. Denn die ressourcenschonendere Gestaltung des gegenwärtigen Verkehrssystems (etwa durch Emissionsminderungen an den Fahrzeugen oder effizientere Vernetzungen der Verkehrsträger) allein genügt den Anforderungen an eine nachhaltige Entwicklung noch nicht. Dies wird an zwei miteinander verbundenen Problemfeldern deutlich:

Zum einen bleibt unklar, ob das Ziel des Programms die Entkopplung der Mobilität oder des Verkehrs *wachstums* vom Ressourcenverbrauch ist. So heißt es im "Bundesbericht Forschung 1996" unter der Leitorientierung "Mobilität - Entkopplung von Wachstum und Ressourcenverbrauch": "Im Verkehrsbereich liegt die zentrale Herausforderung für die Zukunft darin, wachsenden Verkehrsbedarf und Umweltschutz sowie eine funktionsfähige Raum- und Siedlungsstruktur miteinander zu verknüpfen." (BMBF 1996d: 51) Und als Indikator für eine gestiegene Mobilität der Bevölkerung wird die Zahl der zurückgelegten Kilometer pro Jahr gewählt (ebd.: 49).⁴⁸ Die Leitorientierung des Mobilitätsforschungs-Programms läßt auf diese Weise offen, ob Verkehr effizienter und umweltverträglicher gestaltet werden soll, um auf diese Weise u.U. sogar weiteres Wachstum zu ermöglichen, oder ob Strategien zur Verringerung von Verkehrsströmen ("Verkehrsvermeidung") selbst als ein Element zur umwelt- und sozialverträglicheren Gestaltung von Mobilität angesehen werden.⁴⁹

⁴⁷ In ähnlicher Weise sind die erwähnten Verbundprojekte im Schwerpunkt Stadtökologie angelegt.

⁴⁸ In der Verkehrswissenschaft ist die Bestimmung der Mobilität über die Wegelängen inzwischen von vielen Seiten kritisiert worden; zumindest muß dieser Indikator ergänzt und gewichtet werden durch die Zahl der täglichen Wege und durch die im Verkehr verbrachte Zeit (Hautzinger et al. 1994: 12ff.).

⁴⁹ Verkehrsvermeidung, verstanden als Reduzierung des Verkehrsaufwandes, nicht als Einschränkung der Mobilität, wird in der Verkehrs- und Raumplanung seit einigen Jahren als eine erfolgversprechende Strategie zur effizienteren, umwelt- und sozialverträglicheren Gestaltung von Mobilität betrachtet (vgl. z.B. Enquete-Kommission "Schutz der Erdatmosphäre" 1994: 125ff; 320ff.; Holz-Rau 1995). Als

Damit hängt zweitens zusammen, daß Mobilität in dem Konzeptentwurf nicht konsequent als ein gesellschaftliches Bedürfnisfeld verstanden wird (vgl. dagegen Enquête-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" 1994: 223ff.), sondern in erster Linie als ein zu optimierendes technisches System. Wird Mobilität als gesellschaftliches Bedürfnisfeld begriffen, rücken vorrangig die Zwecke von Mobilität und die Handlungsmöglichkeiten und -ziele der sozialen Akteure in das Blickfeld. Eine Strategie zur effizienteren Strukturierung dieses Bedürfnisfeldes kann dann im Sinne der Verkehrsvermeidung darin liegen, die Entfernungen, die zum Erreichen dieser Zwecke zurückgelegt werden müssen, zu verkleinern. Oder es können neue, flexible Formen und Verbindungen von sozialen und technischen Innovationen entwickelt und umgesetzt werden, die auf eine den jeweiligen Mobilitätszwecken optimal angepaßte Verkehrsmittelwahl, -nutzung und -kombination zielen (z.B. Mobilitätszentralen, Car-Sharing, Anruf-Sammel-Taxis etc.). Dem liegt ein Verständnis von Mobilität zugrunde, wonach vor allem diejenige Person mobil ist, die eine hohe Zahl von Zwecken bei möglichst geringem Verkehrsaufwand realisieren kann, nicht aber diejenige, die möglichst weite Entfernungen zurücklegt. Eine solche Perspektive setzt eine differenzierte sozialwissenschaftlich orientierte Erforschung des Bedürfnisfeldes Mobilität in seinen räumlichen, sozialräumlichen und sozialen Dimensionen voraus (vgl. Forschungsverbund City: mobil 1995) und erfordert eine enge Kooperation und Vernetzung von Verkehrsplanung mit Raum- und Stadtplanung sowie Umweltplanung. Rein technikorientierte oder sektorale Maßnahmen treten demgegenüber in den Hintergrund.

Obwohl das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung somit nur in einzelnen Aspekten die Leitorientierung des neuen Mobilitätsforschungs-Konzepts darstellt, enthält dieses gleichwohl zahlreiche wichtige Neuorientierungen der Verkehrsforschung in Richtung auf eine umweltverträglichere und effizientere Gestaltung des Verkehrssystems. In einzelnen Feldern und Ansätzen weist das Programmkonzept daher Berührungspunkte mit einer an Nachhaltigkeit orientierten Forschungsstrategie auf. Solche Punkte liegen neben dem allgemeinen Ansatz der Umweltentlastung vor allem in

- der Grundintention, die bisher ressortspezifisch getrennte Verkehrsforschung stärker zu integrieren
- dem Aufbau verkehrsreduzierender Strukturen
- der Förderung eines vertieften Verständnisses der Zusammenhänge im Verkehrssystem
- der vorgesehenen Ausrichtung der Verkehrsforschung auf interdisziplinäre, problem- und umsetzungsorientierte regionale Leitprojekte.

Auf der anderen Seite sind auch eine ganze Reihe von detailbezogenen Einwänden gegen das - bisher allerdings erst in den Umrissen erkennbare - Konzept zur Verkehrs- und Mobilitätsforschung zu formulieren. Die Berücksichtigung dieser Einwände würde dazu führen, daß die Mobilitätsforschung sich von ihrem konzeptionellen und methodischen Ansatz her stärker an den Fragestellungen einer nachhaltigen Gestaltung von Mobilität ausrichten würde:

- Maßnahmen zur Umweltentlastung werden in dem Konzept offenbar in erster Linie technisch bestimmt. Technische Effizienzsteigerungen an den Fahrzeugen sind auch in Zukunft ohne Zweifel von großer Bedeutung; gerade im Verkehrsbereich sind sie aber in planerische und verhaltensbezogene Ansätze einzubinden, um kontraproduktiven Effekten (etwa eine größere Intensität der Nutzung, den Kauf von "um-

Hauptansatzpunkte dafür gelten die Verringerung der Distanzen etwa zwischen Arbeiten, Wohnen und Einkaufen im Personenverkehr sowie eine verbesserte Logistik und stärker regionalisiertes Wirtschaften im Güterverkehr.

- weltverträglichen" Autos als Zweit- oder Drittwagen etc.) gegensteuern zu können. Andernfalls werden etwaige Umweltentlastungen wieder weitgehend kompensiert.⁵⁰
- Ob und inwieweit elektronische Verkehrsleitsysteme tatsächlich einen Beitrag zur Vermeidung überflüssigen Verkehrs und zur Reduzierung von Umweltbelastungen leisten können, ist zumindest zweifelhaft. Es ist keineswegs auszuschließen, daß durch die angestrebte Verbesserung des Verkehrsflusses im Straßenverkehr letztlich mehr neuer Verkehr erzeugt wird als beispielsweise Parkplatzsuchverkehr verringert wird. Die dem ÖPNV dabei überwiegend zugedachte Rolle eines "Überlaufgefäßes" für den Straßenverkehr droht seine Kapazitätsprobleme und mangelnde Rentabilität aufgrund einer stark schwankenden Auslastung noch zu vergrößern. Entsprechende Konzepte müßten daher sehr viel stärker vom öffentlichen Verkehr und von der Verringerung ökologischer Belastungen ausgehen und mit sozialen Nutzungsinnovationen (z.B. regionalen Mobilitätszentralen) verknüpft werden (vgl. König 1993). Dies würde auch veränderte technische Ansätze erfordern.
 - Diese beiden Einwände verweisen darauf, daß die verkehrsbezogene Technikfolgenabschätzung erheblich ausgeweitet werden muß. Gerade weil der Verkehrsbereich durch ein kompliziertes Wirkungsgeflecht zwischen planerischen Maßnahmen, technischen Innovationen sowie wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen gekennzeichnet ist, können einzelne Maßnahmen ein hohes Maß an nicht-intendierten Folgen auslösen. Technikfolgenabschätzung muß dabei in einem weiten Sinne verstanden werden als Abschätzung und Monitoring der Folgen nicht nur einzelner technischer Innovationen, sondern auch wirtschaftlicher, politischer und rechtlicher Eingriffe. Gerade im Hinblick auf das von der Bundesregierung formulierte Reduktionsziel beim CO₂-Ausstoß ist ein solches Monitoring verkehrstechnischer, -planerischer und -politischer Maßnahmen dringend erforderlich (vgl. Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesminister für Verkehr 1992).
 - Unklar bleibt in diesem Zusammenhang, wieweit unter dem vertieften Verständnis von Verkehr lediglich die Anwendung neuer, komplexer Modellierungstechniken mit dem Ziel verlässlicherer Prognosen angestrebt wird (BMFT 1994c; BMBF 1996d: 52f.), oder auch der Ausbau einer differenzierten und methodisch reflektierten sozial- und verhaltenswissenschaftlichen Verkehrsforschung. Diese ist unverzichtbar gerade für eine an gesellschaftlichen Bedürfnisfeldern sowie an den Handlungsmöglichkeiten und -restriktionen der sozialen Akteure orientierte Forschung, die das Ziel hat, verkehrserzeugende Strukturen zu beeinflussen. Ihre Förderung ist aber auch deshalb als vordringlich anzusehen, weil die Verkehrswissenschaft an den Hochschulen bisher fast ausschließlich ingenieur- oder wirtschaftswissenschaftlich geprägt ist. Nach Ansicht des Wissenschaftsrats fehlt es im Bereich einer interdisziplinären Mobilitätsforschung an "leistungsfähigen Schwerpunkten" und damit an den Potentialen für eine nachhaltige Umorientierung der Verkehrs- und Mobilitätsforschung, aber auch für die vorgesehenen interdisziplinären Leitprojekte. Der Wissenschaftsrat richtet daher an das BMBF die Empfehlung, in diesem Feld die Einrichtung von "Instituten auf Zeit" in den Hochschulen zu fördern. (Wissenschaftsrat 1994a: 187). Darin müssen Konzepte für eine interdisziplinäre, umsetzungsorientierte Verkehrs- und Mobilitätsforschung unter gleichberechtigter Einbeziehung ingenieur-, planungs-, wirtschafts-, umwelt- und sozialwissenschaftlicher Disziplinen erarbeitet werden. Dabei müssen auch die Ansätze zu einer

⁵⁰ Auf diese "Spirale" weist das Umweltbundesamt hin: "In keinem anderen Bereich wurde (...) die erzielte geringere Umweltbelastung des einzelnen Produkts (Fahrzeugs) durch den Bestandszuwachs und die Nutzungsintensität der Produkte wieder so kompensiert wie im Verkehrsbereich." (UBA 1995: 236)

feministischen Verkehrsforschung gestärkt werden, weil gerade im Verkehrsbereich sich erhebliche geschlechtsspezifische Unterschiede (etwa in den Mobilitätsmustern und -zwängen oder der Kfz-Verfügbarkeit) zeigen (vgl. z.B. Brennecke 1994; Schultz 1995).

- Ansätze zur Förderung des nicht-motorisierten Verkehrs und zur Verbesserung seiner Rahmenbedingungen finden sich in dem Forschungskonzept kaum. Auch hier liegen - im Zusammenwirken mit anderen Ansätzen, insbesondere mit solchen zur Verringerung der räumlichen Entfernungen - Potentiale, die bisher noch zu wenig genutzt sind (vgl. für den Fahrradverkehr Bracher 1993). Das BMV erstellt gegenwärtig eine Bestandsaufnahme zum Fahrradverkehr in der Bundesrepublik Deutschland und regt in diesem Zusammenhang die Schaffung einer Stiftungsprofessur für Fragen des Fahrradverkehrs an (BMV 1995: 18).
- Dort wo auch zukünftig technologie-orientierte FuE gefördert wird, sollten die Schwerpunkte stärker als bisher erkennbar von der Magnetschwebbahn zu den bereits eingeführten öffentlichen Verkehrsmitteln (Bahn und Nahverkehr) verlagert werden. Forschungsförderung zum öffentlichen Nahverkehr sollte sich neben technischen Verbesserungen verstärkt auch der Untersuchung neuer Angebots- und Nutzungskonzepte (Mobilitätszentralen, Rufbusse etc.) zuwenden.
- Die angestrebte Verlagerung des Güterverkehrs von der Straße auf Schiene und Binnenschifffahrt muß ebenfalls durch verstärkte Forschungsbemühungen unterstützt werden. Die Entwicklung und Förderung verkehrsvermeidender Produktionskonzepte und Logistik sollte auch zu einem Bestandteil der Förderung des produktions- und produktintegrierten Umweltschutzes werden.
- Bei den vorgesehenen Leitprojekten müssen gesellschaftliche Akteure, vor allem auf lokaler und regionaler Ebene (z.B. Bürgerinitiativen, Verkehrs- und Umweltverbände, kommunale Behörden, Unternehmen etc.), von Anfang an bei der Problemdefinition, Zielbestimmung und Durchführung oder Begleitung der Forschung beteiligt werden. Sie müssen daher auch in den Lenkungsgremien angemessen vertreten sein. Die Interdisziplinarität der Leitprojekte sowie die Einbeziehung der gesellschaftlichen Akteure müssen durch entsprechende Instrumente der Forschungsförderung gewährleistet werden. Zugleich sollte die Förderung der Leitprojekte auch strukturbildende Effekte in der Forschungslandschaft im Sinne der Stärkung einer problemorientierten, interdisziplinären Mobilitätsforschung haben.
- Die Begleitung, Evaluierung und Weiterentwicklung des Mobilitätsforschungsprogramms sollte von einem neu zusammenzusetzenden Beirat übernommen werden, der auch beratende Funktionen bei der Auswahl der Leitprojekte haben würde. Dazu könnte der bisherige Wissenschaftliche Beirat beim Bundesminister für Verkehr, der aus einer Gruppe Verkehrswirtschaft und einer Gruppe Verkehrstechnik besteht (und damit die tradierte und überholte Struktur der Verkehrswissenschaft widerspiegelt), erstens durch WissenschaftlerInnen aus umwelt- und sozialwissenschaftlichen Disziplinen ergänzt und zweitens durch VertreterInnen gesellschaftlicher Gruppen (Wirtschaft, Gewerkschaften, Kommunalverbände, Verkehrs- und Umweltorganisationen etc.) erweitert werden.

3.4. Materialforschung

Der Materialforschung, 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. Die große Aufmerksamkeit, die dieser

Technologiebereich in der wissenschaftlichen und politischen Diskussion findet, drückt sich bspw. darin aus, daß der Wissenschaftsrat nach einer Stellungnahme zur Materialforschung an den Hochschulen (Wissenschaftsrat 1993b) Anfang 1996 Empfehlungen auch zur außeruniversitären Materialforschung vorgelegt hat (Wissenschaftsrat 1996). Auch das Büro für Technikfolgenabschätzung hat zur Materialforschung eine eigene Studie erstellt (Socher et al. 1995).

3.4.1. Die Förderung der Materialforschung durch das BMBF

Das aktuelle FuE-Förderprogramm "Neue Materialien für Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts" (MaTech) des BMBF (BMBF 1995a) stellt das Nachfolgeprogramm des BMFT-Programms "Materialforschung" (MaFo) (1985 - 1994) dar (BMFT 1985). Die Notwendigkeit einer staatlichen Förderung von FuE im Bereich neuer Werkstoffe wird mit den steigenden Kosten - bedingt durch wachsende Erfolgsrisiken und lange Diffusionszeiten -, komplexer werdenden Anforderungen und der erforderlichen Multidisziplinarität der Arbeiten begründet (BMBF 1995a). Entsprechende Programme in anderen Technologieländern sind eine weitere Begründung für das MaTech-Programm, das erforderlich sei, um technologisch den Anschluß halten zu können.

Das Programm hat 1994 begonnen und soll zunächst bis 1999 laufen. Für die Projektförderung werden jährlich steigende Beträge von 126 (1994) bis zu 159 Mio. DM (1999) bereitgestellt;⁵¹ zusätzlich wird die institutionelle Forschung mit 145 Mio. DM pro Jahr gefördert. Außerdem werden in dem werkstofforientierten Programm "Oberflächen- und Schichttechnologien" bis 1998 Fördermittel von insgesamt 110 Mio. DM zur Verfügung gestellt.

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 Prozent des Budgets) sowie Sondervorhaben mit hohem Innovationsgrad (zusammen mit Institutsverbänden 30 Prozent des Budgets).⁵² Die Projektträgerschaft für das MaTech-Programm liegt beim Projektträger Material- und Rohstoffforschung (PLR) am Forschungszentrum Jülich. Das Programm soll seitens des Projektträgers durch Technikbewertung und -analyse begleitet werden und durch F&E-Controlling und Projektmanagement mit anderen Aktivitäten des Bundes, der Länder und der EU abgestimmt werden.

MaTech als Weiterführung und Fortentwicklung des Vorläuferprogramms MatFo

Von 1985 bis 1994 wurden im Programm Materialforschung des damaligen BMFT (BMFT 1985; BMFT 1988) 700 Verbundprojekte mit etwa 1.400 Partnern mit einer Summe von insgesamt 1,1 Milliarden DM gefördert (Bremer/Preusser 1995). Grund-

⁵¹ Nach Angaben des BMBF werden derzeit 450 Projekte mit einem jährlichen Volumen von rd. 140 Mio DM gefördert (BMBF-Pressemitteilung vom 28.5.96).

⁵² Durch Abstimmung der projektspezifischen Förderung mit der institutionellen Förderung (Großforschungseinrichtungen, Blaue Liste-Institute) sollen Synergieeffekte erreicht werden. Der Förderanteil reicht von 25 Prozent der Kosten bei angewandter F&E bis hin zu 100 Prozent bei Projekten von Hochschulen und Forschungseinrichtungen.

sätzliches Fördermodell war die Verbundforschung (mit 50prozentiger Kostenübernahme durch das BMFT). Als Ziel des Vorläufer-Programms wurde "die Mobilisierung des wissenschaftlichen und technologischen Potentials" aus den Forschungsinstitutionen zusammen mit dem aus der Industrie zur "Lösung prioritärer FuE-Aufgaben in der Materialforschung" definiert. Umweltaspekte tauchten noch kaum explizit auf (vgl. Jahn/Wehling 1992: 132f.). 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). Hingewiesen wurde auch auf Möglichkeiten, durch die Verwendung neuer Materialien den Energieverbrauch von Kraftwerken oder den Kraftstoffverbrauch von Fahrzeugen zu senken - Folgen, die 1985 noch hauptsächlich unter dem Aspekt der Wettbewerbsfähigkeit gesehen wurden. Im aktuellen MaTech-Programm werden als Umweltvorteile der im Rahmen des Vorläuferprogramms entwickelten Materialien Senkungen des spezifischen Energiebedarfs von Prozessen genannt und beispielhaft an zwei Forschungsprojekten aus dem Vorläuferprogramm vorgestellt (BMBF 1995a).

Die thematischen Schwerpunkte des Programms bildeten fünf Werkstoffklassen.⁵³ Auf ihre Anwendungsgebiete wurde im Programm kaum eingegangen, sondern ausführlich vor allem die technischen Eigenschaften der Materialklassen vorgestellt. Die Auswahl der inhaltlichen Schwerpunkte orientierte sich nicht primär an Anwendungsfeldern, sondern an der Optimierung und Weiterentwicklung bestehender Technologien und Stoffgruppen.

Evaluierung des MatFo-Programms und Konsequenzen für MaTech

Der hohen Bedeutung der Materialforschung entsprechend erfolgte eine Evaluierung des MatFo-Programms sowohl durch eine Unternehmensberatung im Auftrag des BMFT (Arthur D. Little 1993; vgl. auch Kuhlmann/Holland 1995: 127ff.) als auch durch den Projektträger selbst (Bremer/Preusser 1995). Die Evaluierung durch die Unternehmensberatung Arthur D. Little im Auftrag des BMFT kam zu dem Ergebnis, daß das Programm im Hinblick auf die gesteckten Ziele grundsätzlich als erfolgreich beurteilt werden müsse. Als nicht erreicht wurden die Ziele "stärkere Beteiligung von KMU" (kleinen und mittleren Unternehmen) sowie "Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie" (aufgrund der langen Diffusionszeiten für die neuen Technologien) eingestuft.

Insgesamt wurde eine Fortsetzung der Förderung der Werkstoffforschung aufgrund ihrer Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie und der unternehmerischen Risiken (lange Diffusionszeiten in die Märkte, Unsicherheiten bei der Realisierung) empfohlen. Dabei sollte aber eine Konzentration auf ausgewählte, für die deutsche Industrie strategisch bedeutsame Anwendungsfelder erfolgen. 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. Hinsichtlich der Anwendungsfelder Energie- und Verkehrstechnik wurden die bekannten Ansatzpunkte (Gewichtseinsparung, verbesserte Wirkungsgrade etc.) genannt.

⁵³ Hierbei handelte es sich um *Keramik* (Schneidwerkzeuge, temperatur- und korrosionsbeständige Bauteile, Automobilindustrie), *pulvermetallurgische Werkstoffe* (Turbinenscheiben, Werkzeuge für die Metallbearbeitung, Automobilindustrie), *neue Polymere* (Informationsträger, höchstbeanspruchte Bauteile wie Pleuel, Antriebswellen), *Verbundwerkstoffe* (Luft- und Raumfahrt) sowie *metallische Hochtemperatur- und Sonderwerkstoffe "MHS"* (Turbinenschaufeln, Kraftwerksbau, Luft- und Raumfahrt).

Für die Durchführung zukünftiger Programme wurde empfohlen, eine Ausrichtung auf Anwendungsschwerpunkte vorzunehmen, sich dabei an Systemlösungen unter Berücksichtigung aller Wertschöpfungsstufen zu orientieren, eine wirksame direkte Förderung zu bevorzugen, das Programm mit anderen Förderaktivitäten abzustimmen, die Programmorganisation anzupassen sowie moderne Managementmethoden bei der Programmsteuerung einzusetzen. Bei der Neukonzeption von MaTech wurde ein Großteil der Empfehlungen der Evaluierung zu Ausrichtung und thematischen Schwerpunkten übernommen. Dementsprechend wurde auch der Gedanke einer Ausrichtung an langfristigen ökologischen Zielen in das Programm aufgenommen. Eine über die Evaluation hinausgehende weitere inhaltliche Konkretisierung ökologischer Ansprüche erfolgte jedoch kaum (s.u.).

Der Projektträger untersuchte den kommerziellen und technischen Erfolg des Programms und die dafür relevanten Faktoren. Danach wurden 93 Prozent der Projekte als wissenschaftlich erfolgreich, 71 Prozent als technisch erfolgreich und 27 Prozent als kommerziell erfolgreich eingestuft. Für weitere 26 Prozent wurde eine verzögerte Kommerzialisierung vermutet, so daß innerhalb eines Zeitraums von 12 Jahren eine etwa 50prozentige Kommerzialisierung der geförderten Projekte erwartet wurde. Als wichtigste Hemmnisse des kommerziellen Erfolgs wurden eine höhere Wirtschaftlichkeit alternativer Werkstoffe sowie firmeninterne Umstrukturierungen oder Marktveränderungen genannt. Deutlich erfolgreicher bei der Kommerzialisierung der Ergebnisse waren kleine und mittlere Unternehmen, was auf anwendungsnähere FuE-Arbeiten zurückgeführt wurde. Als indirekte positive Wirkungen wurden Ausbildungs- und Qualifizierungseffekte, Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der Firmen, Diffusion der Ergebnisse in andere Bereiche und Spin-Off-Effekte genannt. Eine Bewertung der Ergebnisse des Programms im Hinblick auf Umwelteffekte oder unter Nachhaltigkeitskriterien erfolgte bei dieser Evaluation nicht.

Vorschläge für eine Verbesserung der zukünftigen Projektförderung zielten vor allem auf die Einbindung potentieller Anwender der Werkstoffe ("Schließung der Wertschöpfungskette"), auf eine stärkere Beteiligung von KMU, auf eine stärkere Beratungsfunktion des Projektträgers bei der Auswahl von Instituten, auf die Stärkung der Stabilität industrieller

FUE-Strukturen, auf klare Projektstrukturen und das Setzen von "Meilensteinen", d.h. mittelfristig überprüfbar Projektzielen.

Ausrichtung und thematische Schwerpunkte des MaTech-Programms

Das Programm MaTech orientiert sich im Gegensatz zu dem Vorläuferprogramm nicht mehr an Materialgruppen, sondern an Anwendungsfeldern, den "Schlüsseltechnologiebereichen des 21. Jahrhunderts", für die jeweils mehrere und unterschiedliche Materialgruppen relevant sind. Identifiziert wurden die Schlüsseltechnologiebereiche vor allem durch die Auswertung entsprechender Studien aus USA und Japan.

Zentrale Kriterien für die Auswahl von Förderungsschwerpunkten waren die technologisch führende Position der Bundesrepublik im jeweiligem Bereich, ein zukünftiger Markt oder eine hohe Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie. Die Auswahl erfolgte durch Experten aus Industrie und Forschungsinstituten. Für die Bereiche Verkehr, Energie und Medizin wurden speziell auch Umweltschutzinteressen als relevant für die Auswahl angeführt. Im Ergebnis weist das Programm sechs Förderschwerpunkte aus, die zusätzlich nach ihrer Bedeutung in eine Rangfolge gestellt wurden (BMBF 1995a: 10):

1. Informationstechnik

Die hohe Bedeutung der Informationstechnik wurde mit der wettbewerbsbestimmenden Querschnitts- und Schrittmacherfunktion dieses Bereichs begründet. So

wohl Produktionsverfahren in exportstarken deutschen Industriesparten als auch neue marktfähige hochwertige Produkte seien wesentlich von der Informationstechnik bestimmt. Dabei hänge der technische Fortschritt entscheidend von neuen Materialien ab, die selbst allerdings mengenmäßig und von der Wertschöpfung her weniger bedeutend seien.

2. Verkehrstechnik

Die Bedeutung der Verkehrstechnik wurde mit der internationalen technologischen Spitzenposition Deutschlands, weltweit steigenden Verkehrsleistungen und damit verbundenen wirtschaftlich interessanten Aussichten begründet. Die Materialforschung solle Beiträge zur Verringerung sowohl der hohen Umweltbelastungen als auch von Verkehrsproblemen leisten.

3. Energietechnik

In der Energietechnik wurde Deutschland zusammen mit Japan und den USA ebenfalls eine Spitzenposition zugeschrieben. Verbesserte Materialien sollten Wirkungsgrade, Effizienz, Wirtschaftlichkeit und Umweltfreundlichkeit von Energieumwandlungs-, -transport- und -speicherprozessen verbessern.

4. Medizintechnik

Im Vordergrund der Medizintechnik stünden die Erhöhung der Lebensdauer von Implantaten sowie die Entwicklung von resorbierbaren und biokompatiblen Implantaten.

5. die Fertigungstechnik für (primär) die genannten Gebiete

Als Begründung für die Auswahl dieses Bereichs wurde die Spitzenstellung der deutschen Werkzeugmaschinenindustrie angeführt. Neue und wirtschaftliche Fertigungsverfahren seien von neuen Materialien abhängig.

6. Querschnittsaufgaben und Neue Felder

Über dieses Feld sollen FuE-Vorhaben mit Querschnitt- und Grundlagencharakter integriert werden, vor allem die Entwicklung von Prüfverfahren, von Computermodellierungsmethoden und die Erforschung von Oberflächenphänomenen. Als "Neue Felder" wurden biomimetische Werkstoffe sowie multifunktionale und adaptive Werkstoffe bezeichnet.

Ziel von MaTech ist es, die "nationale Technologieposition" zu verbessern und "wissensbasierten technisch-wirtschaftlichen Erfolg durch innovative ressourcen- und umweltschonende Technik sowie Güter und Dienstleistungen zu unterstützen" (BMBF 1995a: 7). Gefördert werden sollen Projekte der mittel- bis langfristig angelegten Materialforschung und -entwicklung, die bei hohem wissenschaftlich-technischem und wirtschaftlichem Risiko ein großes Innovationspotential besitzen. Innerhalb der Zieldefinition des Programms werden Umweltschutz und Ressourcenschonung als Voraussetzung für den technisch-wirtschaftlichen Erfolg angesehen.

3.4.2. Ökologische Aspekte der Materialforschung

Für die Frage nach der Nachhaltigkeits-Orientierung des MaTech-Programms ist zunächst von Bedeutung, wie die ökologischen Aspekte der Materialforschung darin thematisiert werden. Als allgemeinen Anspruch an die Materialforschung formuliert MaTech, technisch-wirtschaftlichen Erfolg bei ökologischer Verträglichkeit zu erzielen. Neuen Materialien wird prinzipiell eine wichtige Rolle bei der Vermeidung von Umweltbelastungen zugesprochen; es wird aber eingeräumt, daß ihre umweltrelevanten Potentiale noch nicht ausgeschöpft seien. Die "Nutzung ressourcen- und umweltschonender Effekte" wird als integraler Bestandteil des Programms bezeichnet, wobei die Vermeidung von Umweltbelastungen durch integrierten Umweltschutz Priorität vor der Beseitigung von Umweltbelastungen genießen soll (BMBF 1995a: 17). Gleichzeitig wird darauf hingewiesen, daß ökologische Bewertungen neuer Werkstoffe bisher kaum

durchgeführt worden seien und hierfür noch Bewertungsmaßstäbe entwickelt werden müßten.

Bei der Einbeziehung ökologischer Aspekte in die Materialforschung lassen sich zwei Ansatzpunkte unterscheiden, die allerdings eng miteinander zusammenhängen: Zum einen müssen die (positiven oder negativen) Umweltwirkungen von neuen Materialien umfassend abgeschätzt werden, um auf diese Weise ihre Umweltverträglichkeit beurteilen zu können. Dafür ist die Entwicklung entsprechender Bewertungskriterien eine zentrale Aufgabe. Zum anderen kann das Potential der Materialforschung gezielt für umweltentlastende Entwicklungen eingesetzt werden. Es ist zu vermuten, daß dieser Zugang im Hinblick auf die Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung eine wachsende Bedeutung gewinnen wird.

a) Ökologische Bewertungskriterien für neue Materialien

Für die Beurteilung der Umweltrelevanz neuer Materialien lassen sich idealtypisch drei Dimensionen unterscheiden,⁵⁴ die punktuell auch in dem Programm angeführt werden:

- Von Bedeutung sind erstens die Umwelteigenschaften der neuen Materialien selbst, d.h. beispielsweise ihre Toxizität, ihre Bioakkumulierbarkeit oder ihre Persistenz. Diese Dimension wird in dem Programm MaTech kaum thematisiert.
- Eine zweite Dimension sind die direkten Umweltauswirkungen der Herstellung, des Gebrauchs und der Entsorgung der Materialien in ihrem Lebenszyklus. Hier handelt es sich beispielsweise um die Emissionen und den Ressourcenverbrauch bei der Produktion oder um das Abfallaufkommen, das im Lebenszyklus der neuen Materialien entsteht. Diese direkten Umweltauswirkungen werden von MaTech insbesondere in Zusammenhang mit dem Kriterium Recyclingfähigkeit aufgegriffen.
- Drittens sind für die Beurteilung der Umweltrelevanz neuer Materialien die indirekten Umweltauswirkungen ihres Einsatzes und ihrer Anwendung in anderen Produkten und Technologien von Bedeutung. So kann zum Beispiel der CO₂-Ausstoß von Pkw's durch die Verwendung gewichtsreduzierter Materialien verringert werden. Hier läßt sich ein deutlicher Schwerpunkt von MaTech erkennen. Für diese Dimension von Umweltauswirkungen neuer Materialien werden mehrere Beispiele angeführt, z.B. Wirkungsgradverbesserung und Leichtbau, die zu einer Verminderung des Energie- und Rohstoffbedarfs sowie der Schadstoffemissionen in Energie- und Verkehrstechnik führen. Auch der Bundesforschungsbericht 1996 sieht darin die wichtigsten ökologischen Aspekte neuer Materialien (BMBF 1996d: 217f.). Denkbar sind allerdings auch negative indirekte Umweltauswirkungen, wenn z.B. die Wiederverwertung von Stoffen erschwert wird infolge der eingesetzten Vielfalt von Materialien und des daraus resultierenden hohen Aufwandes ihrer Trennung.

Die Umweltauswirkungen von Materialien müssen in allen drei Dimensionen überprüft, miteinander in Beziehung gesetzt und gegeneinander abgewogen werden. Positive Effekte allein in einer Dimension reichen nicht aus, um eine Materialentwicklung als ökologisch unbedenklich oder vorteilhaft bewerten zu können. Zudem ist zu berücksichtigen, daß auch innerhalb einer Dimension sowohl positive als auch negative Wirkungen auftreten können (z.B. Senkung des Materialverbrauchs bei gleichzeitiger Erhöhung des Energieeinsatzes).

⁵⁴ Faktisch überschneiden sich diese Ebenen immer wieder; so sind z.B. die Umweltauswirkungen im Lebenszyklus der Materialien häufig nicht zu trennen von dem Umweltauswirkungen der Produkte, in denen sie enthalten sind, und von den Kombinationen mit anderen Materialien, in denen sie auftreten.

Solche oder ähnliche Versuche zur Systematisierung der Umweltrelevanz neuer Materialien werden von MaTech bisher nur punktuell und partiell vorgenommen, Kriterien zur systematischen Erfassung der Umweltauswirkungen neuer Materialien liegen nur in ersten Ansätzen vor. So wurde vom Projektträger PLR ein Fragebogen entwickelt, mit dessen Hilfe die ökologischen Auswirkungen von beantragten Vorhaben beurteilt werden sollen. Anhand dieser Checkliste müssen bei Projektanträgen Angaben gemacht werden zu:

- Produkten, für die die Entwicklung angewendet werden sollen,
- Materialzusammensetzung,
- voraussichtlicher Produktionsmenge nach Markteinführung,
- positiven Umwelteffekten (incl. Arbeits- und Gesundheitsschutz),
- umwelt- und arbeitsschutztechnischen Problemen durch den neuen Werkstoff bei Herstellung, Verarbeitung, Gebrauch und Entsorgung/Recycling sowie mögliche Lösungen,
- Entwicklungsstand der produktbezogenen Recyclingwege,
- Existenz von Energie- und Stoffflußbilanzen für den Werkstoff oder das Produkt.

Sollte sich anhand dieses Fragebogens ergeben, daß Aspekte der Umweltverträglichkeit "nicht ausreichend berücksichtigt" werden, werde das betreffende Vorhaben nicht gefördert (Bundesregierung 1995: 27). Die Beantwortung der Fragen erfolgt durch die Projektnehmer selbst; sie gibt daher deren Einschätzung der zu erwartenden Problemlagen und Anwendungsfelder wieder. Dabei können zweifellos eine Reihe wichtiger Hinweise und Anhaltspunkte für die Umweltrelevanz und die Risiken einer Materialentwicklung gewonnen werden. Die Kriterien einer programm- oder projektbegleitenden Technikfolgenabschätzung oder Ökobilanz werden durch dieses Verfahren aber nicht erfüllt.

Weiterhin wird gegenwärtig vom Fraunhofer-Institut für chemische Technologie (ICT) ein Projekt zur "Entwicklung eines praxisnahen Instrumentariums für die technische, wirtschaftliche und ökologische Bewertung neuer Materialien am Beispiel der Verbundwerkstoffe" durchgeführt.⁵⁵ Dabei werden Faserverbundwerkstoffbauteile und Schichtverbundbauteile aus der Automobil- und Elektronikindustrie untersucht. Das Arbeitsprogramm umfaßt Recherchen zum Stand des Recyclings, die Erarbeitung fehlender Daten, die Erarbeitung von Richtlinien für die Bauteilkonstruktion und eine ganzheitliche Bilanzierung unter Einschluß der Aspekte Wirtschaftlichkeit, Technologie und Ökologie. Die ökologischen Aspekte werden jeweils als lokal, regional oder global klassifiziert. Die Einzelaspekte sollen in einem abschließenden Bewertungsschritt miteinander kombiniert werden und so eine ganzheitliche Beurteilung erlauben.

Dieses Instrumentarium zielt auf die Entwicklung allgemeiner Bewertungskriterien. Erarbeitet werden sie aber anhand relativ eng begrenzter Beispiele aus zwei Anwendungsbereichen, deren Verallgemeinerbarkeit fraglich erscheint und zumindest noch überprüft werden müßte. Zudem würde sich zur Verbreiterung und Vertiefung der genannten Fragestellungen die Förderung von (wenigstens) einem weiteren entsprechenden Vorhaben anbieten.

Eine umfassende und konsistente Bewertung von Materialentwicklungen unter ökologischen Aspekten stößt angesichts der Vielfalt der gegeneinander abzuwägenden Aspekte offensichtlich auf erhebliche Schwierigkeiten. Dies wird von der bisherigen Diskussion um die Integration ökologischer Aspekte in die Materialforschung bestätigt. So kommt die erwähnte Studie des Büros für Technikfolgenabschätzung zu einer ähnlichen Einschätzung. Sie stellt zunächst fest, daß prinzipiell von einer hohen ökologi-

⁵⁵ Die folgende Darstellung beruht auf einem Schreiben des Projektträgers PLR vom März 1996 an das ISOE.

schen Relevanz sowohl von Massenwerkstoffen als auch von neuen Materialien mit geringen Mengenumsätzen auszugehen ist (Socher et al. 1995). Die Umweltrelevanz sei bei manchen neuen Materialien gerade wegen ihrer gezielt herbeigeführten Eigenschaften (z.B. hohe strukturelle Komplexität, hohe Beständigkeit gegen thermische oder chemische Beanspruchungen) besonders stark ausgeprägt. Daher müsse ihren ökologischen Auswirkungen in FuE bereits zu einem möglichst frühen Zeitpunkt besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Die Studie betont, daß die isolierte Stoffbewertung durch die ökologische Bewertung der durch sie ermöglichten Technologien ergänzt werden müsse - entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Kritisch angemerkt wird von der Studie, daß die Umweltauswirkungen neuer Materialien bisher nicht bzw. nicht ausreichend untersucht worden seien und die bisherigen Forschungsprogramme diesen Aspekt vernachlässigt hätten.

Zusammenfassend kommen Socher et al. zu einem Schluß, der kaum eindeutige und verallgemeinerbare Aussagen zuläßt: Zwar setze sich insgesamt "in modernen technologischen Entwicklungen im Werkstoffbereich die Tendenz der Senkung der Rohstoff- und Materialintensität in industriellen Produktionsprozessen fort" (Socher et al. 1995: 30). Diese Entwicklung sei allerdings gerade im Werkstoff-Bereich mit einer Steigerung der Energieintensität verbunden, die die erwartete Reduzierung von Stoff- und Materialverbräuchen relativieren könne. Bezogen auf die Entsorgung wurden die einzelnen Klassen neuer Werkstoffe unterschiedlich eingeschätzt. Zusätzlich weist die Studie auf die Bedeutung von Akteurskooperationen entlang der Wertschöpfungskette für ökologische Optimierungen hin; diese könnten zugleich auch die ökonomische Effizienz und Effektivität der Materialforschung und -gestaltung erheblich steigern.

Auch der Wissenschaftsrat hebt in seiner Stellungnahme zur außeruniversitären Materialwissenschaft die ökologische Bedeutung neuer Werkstoffe hervor und betont, daß deren Umweltfolgen - mögliche Umweltentlastungen ebenso wie ökologische Risiken - insgesamt aber noch nicht ausreichend beurteilt werden könnten: "Zum gegenwärtigen Zeitpunkt fehlen Forschungsergebnisse und aufgearbeitete Informationen, um die ökologischen Folgen neuer Werkstoffe befriedigend beurteilen zu können. Vor allem kleinere und mittlere Unternehmen ohne eigene Forschungsabteilungen können nicht auf Bilanzdaten konventioneller und neuer Materialien zurückgreifen, um Ökobilanzen zu erstellen." (Wissenschaftsrat 1996: 45). Der Wissenschaftsrat sieht daher einen "hohen Forschungsbedarf auf dem Gebiet der ökologischen Aspekte der Materialforschung" (ebd.: 46). Die ökologischen Aspekte sollten stärker in die Werkstoff-Forschung integriert werden, um die Auswirkungen des Einsatzes und der Produktion neuer Materialien auf die Umwelt qualitativ und möglichst auch quantitativ erfassen zu können. Erforderlich sei dafür eine engere Kooperation von Forschungseinrichtungen mit den Werkstoffherstellern, -anwendern oder -verarbeitern.

Obwohl im MaTech-Programm umweltrelevante Aspekte in erheblich größerem Umfang berücksichtigt werden als in dem Vorläuferprogramm "Materialforschung", genügt die Integration ökologischer Aspekte in ihrer bisherigen Form den von Wissenschaftsrat formulierten Ansprüchen nur zum Teil. Erforderlich wäre vielmehr eine wesentliche stärkere und systematischere Konzentration auf die Erarbeitung ökologischer Bewertungskriterien für neue Materialien (etwa im Sinne vergleichbarer Bilanzdaten). Eine ähnliche Schwäche zeigt sich auch bei der damit zusammenhängenden Frage nach der Einbeziehung ökologischer Ziele in die Materialforschung.

b) Integration von ökologischen und Nachhaltigkeitszielen in die Materialforschung
Bei der Entwicklung neuer Materialien und Werkstoffe lassen sich mögliche ökologische Ziele nach vier Dimensionen unterscheiden:

- Substitution bisher verwendeter Materialien mit problematischen toxischen/ökotoxischen Eigenschaften durch solche mit unproblematischeren Eigenschaften

- Verbesserung der direkten Umweltauswirkungen entlang des gesamten Lebenslaufes der Materialien
- Verbesserung der indirekten Umweltauswirkungen der Technologien und Systeme, in denen neue Materialien und Werkstoffe eingesetzt werden,
- gezielte Entwicklung von Materialien für neue Technologien, die bedeutsame Umweltentlastungen bewirken können, wenn diese mit den bisher zur Verfügung stehenden Materialien nicht (oder nicht wirtschaftlich) verwirklicht werden können.

Als Zielperspektive für die Werkstoff-Forschung im Sinne eines nachhaltigen Stoffstrommanagements hat die Enquête-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" die "verstärkte Ausrichtung auf die Erhaltung des natürlichen und künstlichen Realkapitals - auch unter Berücksichtigung der Auswirkungen auf die Umwelt" formuliert: "Dieses bedeutet einen ganzheitlichen Ansatz, der auch Substitutionsvorgänge umfaßt und der weit über die Merkmale integrierter Werkstoffforschung hinausgeht." (Enquête-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" 1994: 68f.) Über die in Kap. 1 zitierten allgemeinen Regeln einer nachhaltigen Wirtschaftsweise hinaus hat die Kommission zwei Zielperspektiven für Innovationen angegeben, die auch für die Materialforschung und -entwicklung gelten können (ebd.: 50)

- Effizienzsteigerungen bei der Nutzung nicht erneuerbarer Ressourcen, um den Übergangszeitraum zu erneuerbaren Ressourcen zu strecken,
- Innovationen und Effizienzsteigerungen bei der Nutzung erneuerbarer Ressourcen.

Der Wissenschaftsrat fordert ebenfalls "eine systematische Nutzung des Potentials (...), über das neue Materialien im Hinblick auf die Substitution umweltbelastender Stoffe, die Verringerung des Rohstoff- und Energieeinsatzes, die Langlebigkeit und Recycelfähigkeit sowie auf die umweltverträgliche Herstellung verfügen. Mit ihren Ergebnissen kann materialwissenschaftliche Forschung und Entwicklung einen Beitrag zur Entwicklung einer nachhaltigen Wirtschaftsform ('sustainable development') leisten." (Wissenschaftsrat 1996: 46)

In das Programm MaTech sind solche ökologische und Nachhaltigkeits-Ziele in unterschiedlicher Weise integriert. Stark im Vordergrund stehen das zweite und vor allem das dritte oben genannte Ziel, die Verbesserung der Umweltwirkungen von Technologien und Produkten durch den Einsatz neuer Materialien. Dagegen stellt die Nutzung des ersten Umweltentlastungspotentials, d.h. die gezielte Substitution umweltproblematischer Materialien, kein ausdrückliches Ziel dar, so daß entsprechende Ergebnisse eher zufällig erreicht würden.⁵⁶

Das Ausmaß der durch neue Materialien erreichbaren indirekten Umweltentlastungen, d.h. das dritte mögliche ökologische Ziel, muß bezogen auf den jeweiligen Anwendungsbereich bestimmt werden. Hier ist davon auszugehen, daß im wesentlichen in den Bereichen Verkehr und Energie mit dem Einsatz neuer Materialien Verbesserungen der indirekten Umweltauswirkungen erreicht werden können, während den Bereichen Informations-, Medizin- und Fertigungstechnik hier nur geringe Bedeutung zukommt. Das MaTech-Programm verweist in diesem Zusammenhang auf die Verbesserung der Wirkungsgrade von Turbinen und Motoren, wobei mögliche Verbesserungen in einer Größenordnung zwischen fünf und 30 Prozent liegen.

Das vierte ökologische Ziel, die Ermöglichung neuer umweltschonenderer Technologien, wird von MaTech vor allem für die Informationstechnik beansprucht. Allerdings sind die grundlegenden Möglichkeiten, Prozesse effizienter zu steuern und dadurch die

⁵⁶ Ein entsprechendes Vorhaben ist z.B. das Vorhaben Nr.9 "Trockenbearbeitung" aus dem BMBF-Programm "Produktion 2000", bei dem Materialbearbeitungsmethoden ohne den Einsatz der unter Arbeitsschutz- und Entsorgungsgesichtspunkten problematischen Kühlschmierstoffe entwickelt werden sollen (BMBF 1995d).

Umwelt zu entlasten, heute in den meisten Fällen technisch bereits gegeben. Denkbar wären hier vor allem Beiträge neuer Materialien zur Kostensenkung der Systeme und damit eine schnellere Marktdurchdringung. Insgesamt sind aber die Umweltwirkungen neuer Technologien, die von neuen Werkstoffen abhängig sein werden, meist sehr komplex und daher schwierig vorhersagbar, zumal durch neue Technologien auch eine neue Nachfrage geschaffen werden kann.⁵⁷

Wenngleich ökologische Zielsetzungen in MaTech breiter integriert sind als in das Vorläuferprogramm, ist auch hier die vom Wissenschaftsrat erhobene Forderung nach einer "systematischen Nutzung" des ökologischen Potentials neuer Werkstoffe nicht durchgängig erfüllt. Obwohl den neuen Werkstoffen ein hohes Potential zur Lösung von Umweltproblemen zugeschrieben wird, werden die inhaltlichen Schwerpunkte des Programms davon nur wenig geprägt. Dementsprechend bleibt auch die Orientierung am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung in dem Programm überwiegend punktuell und auf den allgemeinen Aspekt der Ressourcenschonung begrenzt: So wird das entscheidende Potential neuer Technologien darin gesehen, "den Energie- und Rohstoffverbrauch zu minimieren - z.B. durch erhöhte Lebensdauer, optimalen Wirkungsgrad und Materialeinsatz, - oder die Menge an Abfall zu reduzieren und (...) so zu einer dauerhaften, ökologisch und ökonomisch tragfähigen Entwicklung ('sustainable development') beizutragen" (BMBF 1995a: 12).

3.4.3. Bewertung des MaTech-Programms unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit

Die möglichen Umweltwirkungen neuer Materialien (z.B. emissionsarme Prozesse, Kreislauffähigkeit der Materialien) stellen im Hinblick auf nachhaltige Entwicklung nur eine notwendige, jedoch noch keine hinreichende Bedingung dar. Einbezogen werden müssen Systemaspekte (quantitative und qualitative Auswirkungen auf Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft) sowie eine Abschätzung des individuellen und gesellschaftlichen Nutzens der Anwendung von Materialien in bestimmten Bedürfnisfeldern. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Zielsetzungen einer nachhaltigen Entwicklung nicht allein durch technologische Innovationen und Optimierungen der bestehenden Produkt- und Techniklinien erreicht werden können, sondern auch soziale Innovationen und grundlegende strukturelle Veränderungen erfordern. Um so mehr müssen die notwendigen technischen Innovationen zur Unterstützung einer nachhaltigen Entwicklung problemadäquat und gezielt gefördert werden.

Dies gilt auch für die Materialforschung: Soll sie Beiträge zu einer nachhaltigen Entwicklung liefern, ist die erste Voraussetzung eine entsprechende Zieldefinition und daraus folgende Auswahl der Forschungsgegenstände. Dies würde bedeuten, daß zunächst eine umfassende Problemanalyse erfolgt, in welchen Bereichen die Verwendung von neuen Werkstoffen nicht nachhaltig sein würde oder welche neuen Werkstoffe mit welchem Eigenschaftsprofil benötigt würden, um Techniken zu realisieren, die bedeutende Beiträge für eine nachhaltige Entwicklung liefern können.

Dies impliziert, daß der in MaTech in erster Linie technologisch und über die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit definierte Begriff der "Schlüsseltechnologien" zu ersetzen wäre durch einen inhaltlich über die Zielperspektive einer nachhaltigen

⁵⁷ Diese Komplexität läßt sich am Beispiel der für Compact Discs entwickelten modifizierten Polycarbonate verdeutlichen: "Die Speicherkapazität einer CD aus ca. 16 g Polycarbonat entspricht 300.000 DIN A4 Seiten bzw. 1,2 t Papier" (BMBF 1995a: 14). Daraus wird auf die enorme Ressourcenschonung durch die neuen Materialien geschlossen. Gleichzeitig zeigt sich aber auch die Problematik der Produktdiversifizierung. Denn in der Realität ersetzen CD's keine Papierberge, sondern ermöglichen neue zusätzliche Nutzungsformen, die auf Basis von Papier als Informationsträger gar nicht möglich gewesen wären.

Entwicklung bestimmten Begriff von "Schlüsseltechnologien". Die Definition "nachhaltiger Schlüsseltechnologien" müßte methodisch-konzeptionell vor allem an der "Bedürfnisfeldorientierung" ansetzen und dabei die Verknüpfung und Verknüpfbarkeit von technischen und sozialen Innovationen im Blick behalten. Daneben sind auch inhaltliche Kriterien der Nachhaltigkeit an die Technologien selbst anzulegen, etwa Ressourcenschonung, vorhandenes ökonomisches und ökologisches Entwicklungspotential, geringes Risikopotential für Umwelt und Gesellschaft.

Die Schlüsseltechnologien würden sich somit ergeben aus einer Problemanalyse in Bezug auf nachhaltige Entwicklungspotentiale. Die Analyse muß auch berücksichtigen, ob, inwieweit und in welcher Form eine technologische Lösung bestehender Probleme überhaupt möglich oder notwendig ist. Mögliche Beispiele für Schlüsseltechnologien für eine nachhaltige Entwicklung sind die Solartechnik, Bahntechnik, Nahverkehrssysteme, Sensortechnik, Brennstoffzellen, katalytische Prozeßtechnik, Passivhäuser und emissionsarme oder -freie Produktionssysteme. Dabei ist davon auszugehen, daß sich mittel- und langfristig auch eine entsprechende Nachfrage nach solchen Schlüsseltechnologien entwickeln wird. Die neue Definition von Schlüsseltechnologien hat daher zugleich Folgen für die Definition einer zukünftigen und zukunftsfähigen Wettbewerbsfähigkeit von Industrieunternehmen.

Die in dem MaTech-Programm ausgewählten Technologiefelder sind dagegen unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit unterschiedlich zu beurteilen. Positiv ist in erster Linie die Entwicklung neuer Materialien für die Energietechnik zu werten. Eine Effizienzsteigerung auf dem Gebiet der fossilen Energietechnik korrespondiert mit der Forderung der Enquête-Kommission, die Nutzung nicht-erneuerbarer Energien zu verbessern, um Zeit für den Übergang zu erneuerbaren Energiequellen zu gewinnen. Deutlich anders stellt sich die Entwicklung neuer Materialien für die Verkehrstechnik dar, insbesondere für den Kraftfahrzeugbau.⁵⁸ Leichtbauweise und Erhöhungen des Wirkungsgrades der Motoren tragen zwar zur Reduktion des Energieverbrauchs und zur Emissionsminderung am einzelnen Fahrzeug bei. Sie können aber zugleich dazu beitragen, eine insgesamt nicht-nachhaltige Organisation des Verkehrssystems bei nur geringfügigen Umweltentlastungen zu stabilisieren und strukturelle Innovationen zu verhindern (vgl. Kap. 3.3.). Die ökologischen und sozialen Auswirkungen von neuen Materialien für Informationstechnik, Medizintechnik und Fertigungstechnik sind dagegen angesichts eines prinzipiell sehr großen Anwendungsspektrums nur äußerst schwierig einzuschätzen. Positive Effekte für Nachhaltigkeit sind daher ebenso möglich und wahrscheinlich wie negative Auswirkungen.

Insgesamt stellt in MaTech die Orientierung an technologischen Feldern ("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

⁵⁸ Gerade in der Verkehrstechnik liegt aber der Schwerpunkt der durch MaTech geförderten Forschung: Dem BMBF zufolge entfallen auf diesen Bereich 35 Prozent der Vorhaben, gegenüber 20 Prozent für die Informationstechnik, 13 Prozent für die Fertigungstechnik, 8 Prozent für die Energietechnik und 6 Prozent für die Medizintechnik. Die übrigen 18 Prozent sind dem Bereich Querschnittsaufgaben und Neue Felder zuzurechnen (Pressemitteilung des BMBF v. 28.5.1996; vgl. auch Baumer 1994).

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.

Die u.a. vom Wissenschaftsrat geforderte Integration ökologischer Aspekte in die Materialforschung muß auch gegenüber dem bei MaTech erreichten Stand noch erheblich 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. Denkbar wären hier mehrere modellhaft angelegte interdisziplinäre Leitprojekte, die sich einerseits mit verallgemeinerbaren Bewertungskriterien, andererseits mit der Entwicklung von Materialien für bestimmte vorher definierte ökologische Problembereiche beschäftigen.

Ein grundsätzliche Schwierigkeit besteht darin, daß die ökologische Bewertung neuer Materialien sehr stark nach den jeweiligen Anwendungsfeldern divergieren kann. Je nachdem, welche Stoffe substituiert werden, in welchen Bereichen die Materialien eingesetzt und in welchen Mengen sie hergestellt werden, können die Ergebnisse einer vergleichenden Bilanzierung völlig unterschiedlich ausfallen. Da der industrielle Einsatz von Werkstoffen von sehr unterschiedlichen Faktoren abhängig ist, können solche Effekte nur selten mit Sicherheit prognostiziert werden; dies gilt besonders für relativ grundlagennahe und anwendungsferne Forschungen. Darauf weist auch die erwähnte TAB-Studie hin: "Weiterhin sind Anwendungswahrscheinlichkeiten neuer Werkstoffe im einzelnen ungewiß. Substitutionswettbewerbe und die mögliche Öffnung neuer Anwendungsfelder spielen dabei eine entscheidende Rolle." (Socher et al. 1995).

Dies unterstreicht die komplementäre Notwendigkeit einer relativ frühzeitig einsetzenden, prospektiv orientierten, programm- oder projektbegleitenden Technikfolgenabschätzung auch im Feld der Materialforschung. Diese müßte mögliche Einsatzfelder der in der Entwicklung befindlichen Materialien abschätzen können und potentielle Risiken sichtbar machen. Die Selbsteinschätzung der Projektnehmer, wie sie im MaTech-Programm erhoben wird, bietet dazu noch keine ausreichende Grundlage.

Angesichts der großen Bedeutung der Materialforschung hat der Wissenschaftsrat die Bildung eines Beirates für Materialforschung vorgeschlagen (zugleich aber darauf hingewiesen, daß dafür gegenwärtig kein geeigneter institutioneller Rahmen existiere) (Wissenschaftsrat 1996: 154 ff.). Der Beirat sollte u.a. Funktionen der "ex-post-" und der "ex-ante-Evaluation" der Materialforschung sowie der Beratung hinsichtlich der Forschungsförderung zu übernehmen. Sollte ein solcher Beirat eingerichtet werden, müßten in ihm neben den betreffenden ingenieur- und naturwissenschaftlichen Disziplinen aber auch die Umwelt-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften vertreten sein, um die ökologische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Relevanz von Materialentwicklungen beurteilen zu können. Der Beirat könnte dann auch am Ziel der Nachhaltigkeit orientierte "Schlüsselfelder" und Schwerpunkte einer gezielten Materialforschung ermitteln.

4. Strukturen der Forschungslandschaft im Hinblick auf nachhaltige Entwicklung

Der Anspruch, Forschung und Entwicklung an den Zielen und Aufgaben einer nachhaltigen Entwicklung zu orientieren, trifft in der Bundesrepublik auf eine etablierte und sehr stark differenzierte Forschungslandschaft. Diese kann sowohl Potential als auch Hindernis für forschungspolitische Initiativen zur nachhaltigen Entwicklung darstellen. Eine genauere Analyse von Potentialen, Hindernissen und Schwachstellen der Forschungslandschaft ist erforderlich, damit forschungspolitische Initiativen nicht von vorneherein ihre Adressaten verfehlen. Dabei wird sich auch zeigen, wieweit eine an nachhaltiger Entwicklung orientierte FuT-Politik auch Strukturveränderungen innerhalb der Forschungslandschaft vornehmen muß (vgl. dazu auch Kap. 5.4.). Die Bewertung der Forschungslandschaft kann im Rahmen dieser Studie aber nur exemplarisch vorgenommen werden.

Die Forschungslandschaft wird in der Regel in drei Sektoren unterteilt:

- die Hochschulen
- die Forschung der Wirtschaft
- die außeruniversitäre Forschung, wobei hier die von Bund und Ländern finanzierte nicht-universitäre Forschung den größten Anteil hat.

Innerhalb des gesamten Forschungssystems der Bundesrepublik haben diese Sektoren ein sehr unterschiedliches Gewicht. Bezogen auf die Durchführung von FuE entfielen 1995 von den gesamten FuE-Bruttoinlandsausgaben in Höhe von 78,8 Mrd. DM 18,9 Prozent auf die Hochschulen, 15 Prozent auf die außeruniversitäre Forschung, aber 66,1 Prozent auf die Wirtschaft (BMBF 1996d: 63).⁵⁹

Vor allem der Bereich der staatlich finanzierten außeruniversitären Forschung (vgl. dazu ausführlich Hohn/Schimank 1990) ist nochmals nach Aufgabenstellungen, Organisations- und Finanzierungsformen stark differenziert in

- die insgesamt 16 Großforschungseinrichtungen der Hermann-Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF)
- in die 83 Einrichtungen der "Wissenschaftsgemeinschaft Blaue Liste"
- in die Max-Planck-Institute
- in die Institute der Fraunhofer-Gesellschaft
- in die Ressortforschungseinrichtungen des Bundes
- in die Ressortforschungseinrichtungen der Länder und andere von den Ländern geförderte Forschungsinstitute.

Gerade im Hinblick auf Forschungen für eine nachhaltige Entwicklung ist hierbei noch ein weiterer Bereich von Bedeutung: die unabhängigen Institute, die seit den 70er Jahren in den Feldern der Umwelt-, Technik- und Frauenforschung entstanden sind und über keine oder nur geringe öffentliche Förderung verfügen. Der quantitative Anteil dieser Institute am Forschungsbudget in der Bundesrepublik ist zwar verschwindend gering, sie haben aber in den genannten Feldern immer wieder innovative Ansätze entwickelt, die später auch von den übrigen Sektoren des Forschungssystems aufgegriffen worden sind.⁶⁰

⁵⁹ Ein entsprechendes Bild ergibt sich hinsichtlich des FuE-Personals: Während in der Wirtschaft etwa 128.000 WissenschaftlerInnen beschäftigt sind, sind es an den Hochschulen rund 67.000 und an den außeruniversitären Forschungsinstituten knapp 34.000 (BMBF 1996d: 68)

⁶⁰ Diese Institute haben zudem eine wichtige Funktion für den wechselseitigen Wissenstransfer zwischen gesellschaftlicher Öffentlichkeit, Politik und Wissenschaft. So weist der Wissenschaftsrat darauf hin, daß die Arbeit dieser Institute "wesentlichen Anteil am veränderten Umweltbewußtsein der Gesellschaft" habe (Wissenschaftsrat 1994a: 143).

Auf der anderen Seite wird deutlich, daß der überwiegende Teil des FuE-Budgets der Bundesrepublik im Bereich der Wirtschaft verwendet und (zu einem etwas geringeren Anteil) dort auch aufgebracht wird. Er unterliegt daher nur indirekt staatlich-politischem Einfluß (etwa durch das Setzen allgemeiner Rahmenbedingungen) und wird auch nur zum Teil durch Ansätze der staatlichen Forschungsförderung beeinflusst. Ob, inwieweit und in welcher Form die Industrieforschung überhaupt staatlicher Steuerung und öffentlicher Beeinflussung unterliegen kann, ist in der wissenschaftlichen Literatur umstritten (vgl. Grande/Häusler 1994). Auf der anderen Seite ist offensichtlich, daß Forschung und Entwicklung der Wirtschaft von zentraler Bedeutung für die Entwicklung einer nachhaltigen Wirtschafts- und Lebensweise ist. Dies erfordert neue konzeptionelle Ansätze und Verfahren, um auch hier eine Orientierung von FuE an dem Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung zu ermöglichen. Ein möglicher Ansatzpunkt könnten hier die auch vom Bundesverband der Deutschen Industrie befürworteten Leitprojekte in wichtigen gesellschaftlichen Bedürfnisfeldern darstellen (vgl. BDI 1996 sowie Interview Findeisen/Höfer/Voss). Dort könnten modellhaft und exemplarisch neue Forschungs- und Innovationsstrategien erarbeitet werden, die eine Orientierungsfunktion auch für die nicht-staatlich geförderte Forschung der Wirtschaft gewinnen könnten. Zugleich müßte der gesellschaftliche Diskurs über Ziele und Wege zu einer nachhaltigen Entwicklung intensiviert werden, um auch auf diese Weise Orientierungen über die Richtung von Innovationsprozessen der Wirtschaft zu schaffen und gesellschaftlich zu verallgemeinern. Dabei muß auch darauf geachtet werden, daß die rechtlichen Rahmenbedingungen und politischen Zielsetzungen so angelegt werden, daß sie ein hohes Maß an "Richtungssicherheit" für überschaubare Zeiträume gewährleisten.

In allen Sektoren der Forschungslandschaft ist in den vergangenen Jahren in jeweils unterschiedlicher Weise und unterschiedlichem Ausmaß versucht worden, insbesondere die neuen ökologischen Problemlagen aufzugreifen und in die eigenen Forschungen zu integrieren. Dies ist in vielen Fällen nicht überzeugend gelungen, da sich das disziplinübergreifende und umsetzungsorientierte Forschungsfeld der Umweltforschung nicht ohne weiteres in bestehende disziplinäre und/oder rein grundlagen-orientierte Arbeitsstrukturen einfügen läßt.⁶¹ Insgesamt hat die Aufnahme neuer Themen ebenso wie die Integration der neuen Bundesländer in die etablierte Forschungslandschaft der Bundesrepublik zwar zu neuen Akzentsetzungen geführt, aber nicht zu grundlegenden Innovationen in der Struktur der Forschungslandschaft.

Bei der Evaluation der Umweltforschung in der Bundesrepublik hat der Wissenschaftsrat vor diesem Hintergrund die Strukturen und institutionellen Zuschnitte der Forschungslandschaft nicht immer positiv bewertet. Vor allem die nur unzureichend existierende interdisziplinäre Zusammenarbeit in der Umweltforschung (besonders zwischen natur-, ingenieur-, sozial- und wirtschaftswissenschaftlichen Disziplinen) ist auch darauf zurückzuführen, daß die Forschungslandschaft strukturell kaum auf eine solche Aufgabe hin angelegt ist. Bereits in einer früheren Stellungnahme hat der Wissenschaftsrat zudem angemerkt, es fehle in der Umweltforschung vielfach "an einer adäquaten Verknüpfung von Grundlagenforschung und auf konkrete und akute Umweltprobleme gerichteten Untersuchungen" (Wissenschaftsrat 1991: 114f.). Im Blick auf Forschungen zur Konkretisierung einer nachhaltigen Entwicklung fallen diese Schwächen noch erheblich stärker ins Gewicht als im Feld der Umweltforschung, und ihre Überwindung gewinnt noch höhere Bedeutung.

Im Rahmen dieser Studie kann nicht für alle Sektoren oder Bereiche der Forschungslandschaft analysiert werden, inwieweit in ihnen Potentiale oder Hemmnisse

⁶¹ Dies ist oben am Beispiel der Großforschungseinrichtungen näher ausgeführt worden

für forschungspolitische Initiativen zur Nachhaltigkeit liegen (vgl. dazu teilweise Jahn/Wehling 1992). Vielmehr wird dieser Fragestellung im folgenden am Beispiel der Hochschulen etwas genauer nachgegangen. Den Hochschulen kommt dabei auch deshalb besondere Bedeutung zu, weil sie nicht nur über Forschungsergebnisse, sondern auch durch den "Transfer über die Köpfe" der Hochschulabsolventen andere wissenschaftliche und gesellschaftliche Bereiche stark beeinflussen (Wissenschaftsrat 1994a: 145). Innovative Impulse in diesem Sektor des Wissenschaftssystem könnten daher "nachhaltige" Wirkungen in den anderen Bereichen auslösen.

4.1. Strukturelle Schwächen der Hochschulen

In der Regel werden das vor allem an den Universitäten und Technischen Hochschulen vorhandene breite Fächerspektrum sowie der hohe Anteil zeitlich befristeter Stelle für NachwuchswissenschaftlerInnen als potentielle Vorteile der Hochschulen für eine interdisziplinäre und problemorientierte Forschung angesehen (ebd.). Betrachtet man jedoch den tatsächlichen Beitrag der Hochschulen zur wissenschaftlichen Bearbeitung ökologischer und sozialer Problemlagen, so zeigt sich, daß diese Vorteile nicht in ausreichendem Maße genutzt werden (vgl. Wissenschaftsrat 1994a; Becker/Wehling 1993; Glotz 1996). Dafür läßt sich ein breites Spektrum von Ursachen benennen; einige davon hat der Wissenschaftsrat im Blick auf die Umweltforschung aufgeführt:

"Die Organisation der Universitäten in disziplinär ausgerichtete Fakultäten/Fachbereiche und Institute erschwert größere interdisziplinäre Forschungsprojekte. (...) Die vorherrschende Form der Drittmittelförderung in Gestalt von kurzfristigen Einzelprojekten (...) erschwert die Verfolgung längerfristig angelegter, koordinierter Forschungsprogramme und begünstigt disziplinäre Einzelthemen, zumal diese üblicherweise für Dissertationen und Habilitationen gefordert werden. Hinzu kommt, daß in vielen Fächern die vorherrschenden Wertmaßstäbe disziplinäre Forschungsvorhaben eher begünstigen als größere interdisziplinär angelegte Vorhaben bzw. Beiträge einzelner Fachwissenschaftler zu interdisziplinären Vorhaben." (Wissenschaftsrat 1994a: 146)

Hinzuzufügen ist, daß in den letzten Jahren zwar an vielen Hochschulen Anstrengungen unternommen worden sind, sich zu gesellschaftlichen Praxisfeldern zu öffnen; dies geschieht zumeist durch Einrichtungen zur Verbesserung des Technologietransfers zur Wirtschaft. Die gerade für eine an Nachhaltigkeit ausgerichtete Forschung wichtige Akteursorientierung wird dadurch aber nur selektiv und nur bezogen auf einen spezifischen Wissenstyp (technologisch umsetzbares Wissen) gewährleistet. Auch für eine adäquate Verknüpfung von Grundlagenforschung mit umsetzungsbezogenen Fragen in gesellschaftlichen Handlungs- und Bedürfnisfeldern reichen die Institutionen des Technologietransfers nicht aus.

Die hier nur sehr knapp skizzierten Probleme und Defizite sind über moralische Appelle an die Hochschulen und die WissenschaftlerInnen offensichtlich nicht zu lösen: notwendig sind vielmehr institutionelle Ansätze, die die starren disziplinären Abgrenzungen aufbrechen können, sowie innovative Konzepte und Formen der Forschungsförderung, die auf die Überwindung der strukturellen Schwächen ausgerichtet sind.

Ein institutioneller Ansatz, den in der Vergangenheit zahlreiche Hochschulen verfolgt haben, ist die Gründung von (in der Regel fachbereichsübergreifenden) Zentren

für Umweltforschung oder auch Technikforschung⁶². Dies stellt fraglos einen wichtigen Schritt dar, um das vorhandene wissenschaftliche Potential zu bündeln und für eine adäquate Bearbeitung ökologischer und sozialer Problemlagen zu nutzen. Vielfach sind solche Zentren dem Anspruch einer interdisziplinären Erforschung ökologischer Problemlagen aber nicht gerecht geworden und kaum über den Status eines allgemeinen Rahmens für überwiegend disziplinäre Forschung hinausgekommen (vgl. Jahn/Wehling 1992: 51f.). Zu den Gründen dafür gehören neben der in der Regel zu geringen Mittelausstattung die nur schwache Verbindung vieler Zentren mit fächerübergreifender Lehre sowie ihre häufig rein naturwissenschaftlich-technische Ausrichtung. Der Wissenschaftsrat sieht es daher als notwendig an, "daß die Hochschulen für ihre Umweltforschungszentren eine stringente Konzeption für ein gemeinsames Forschungsprogramm und für die Nutzung der Einrichtungen des Zentrums erarbeiten. Umweltforschungszentren sollten keine additive Anhäufung unterschiedlicher, kaum miteinander verbundener Forschungsprojekte sein, die außer dem Oberbegriff Umweltforschung kaum Gemeinsamkeiten besitzen." (Wissenschaftsrat 1994a: 154).

Ein darüber hinausgehender Schritt könnte in der Schaffung regional orientierter und institutionen-übergreifender Zentren oder Verbünde für eine interdisziplinäre Forschung an gesellschaftlichen Problemlagen liegen. Dabei wäre eine gemeinsame Beteiligung z.B. von Universitäten, Fachhochschulen und außer-universitären Einrichtungen wünschenswert, weil dadurch unterschiedliche wissenschaftliche Zugänge sowie Praxis- und Anwendungsbezüge miteinander verknüpft werden könnten (vgl. Becker/Wehling 1993: 142). Darüber hinaus sollten aber auch gesellschaftliche Akteure (Verbände, Unternehmen, kommunale und regionale Behörden, Bürgerinitiativen) in solche Verbundstrukturen miteinbezogen werden, die daher auch Möglichkeiten zu einem umfassenden und wechselseitigen Wissenstransfer bieten könnten. Impulse dazu könnten auch von den Bemühungen um eine "lokale Agenda 21" ausgehen, die gegenwärtig in zahlreichen Städten in der Bundesrepublik unternommen werden.

4.2. Neue Ansätze in der Forschungsförderung

Auf der Ebene der Forschungsförderung an den Hochschulen kommt neben dem BMBF vor allem die Deutsche Forschungsgemeinschaft in den Blick. Soll die Forschungsförderung einen Beitrag zur Überwindung der beschriebenen strukturellen Schwächen leisten, müssen von ihr starke strukturbildende Effekte ausgehen. Damit werden in erster Linie disziplinübergreifend und längerfristig angelegte Förderinstrumente relevant.

Hinsichtlich der Drittmittelförderung des BMBF im Bereich der Umweltforschung hat der Wissenschaftsrat neben einer Stärkung der interdisziplinären Verbundforschung vor allem die Einrichtung von "Instituten auf Zeit" in den Hochschulen nach dem Vorbild der Ökosystemforschungszentren empfohlen. Dies Institute sollen nach Ablauf einer etwa zehn- bis zwölfjährigen Förderung in die Trägerschaft der Hochschulen übernommen werden. Ihr Ziel soll es sein, "die wissenschaftlichen Grundlagen eines interdisziplinären Gebietes mit hohem Anwendungsbezug zu erweitern und die Hochschulforschung auf dem betreffenden Gebiet durch Bündelung von Ressourcen und Anstoß für Schwerpunkte und Ressourcenverlagerungen zu stärken" (Wissenschaftsrat 1994a: 186) Als Gebiete, auf denen jeweils einige solcher Institute geschaffen werden sollen, schlägt der Wissenschaftsrat defizitäre Gebiete wie Ökotoxikologie,

⁶² Dagegen wurden im Bereich der Frauen- und Geschlechterforschung solche Zentren kaum eingerichtet.

Mikrobiologie und Toxikologie des Bodens, Mikrobiologie des Grundwassers, Taxonomie, Mobilitätsforschung und Tropenökologie vor.

Dieses Förderungsinstrument könnte zwar sehr starke strukturbildende Auswirkungen in den genannten Forschungsgebieten haben. Abgesehen davon, daß es einen relativ hohen und längerfristig festgelegten Mitteleinsatz erfordert, scheint es aber insgesamt noch zu stark auf die Bedürfnisse einer grundlagenorientierten Umweltforschung zugeschnitten zu sein, mit der Gefahr einer weitgehenden Verselbständigung grundlagenbezogener Fragestellungen. Im Rahmen einer Förderung von Forschungen zur nachhaltigen Entwicklung sollte dieses Instrument daher nur sehr gezielt und begrenzt eingesetzt werden (etwa auf dem Feld der Mobilitätsforschung) und zudem Ergebnis eines breiteren wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Diskussionsprozesses sein. Stattdessen sollte die interdisziplinäre Verbundforschung unter Einbeziehung außer-universitärer Einrichtungen und von Akteuren der Praxis weiter ausgebaut werden.

Die DFG ist der wichtigste Drittmittelgeber der Hochschulen und sieht ihre Aufgabe vor allem in der Förderung der Grundlagenforschung. Die wichtigsten langfristig angelegten und disziplinübergreifenden Förderinstrumente der DFG sind:

- Sonderforschungsbereiche
- Schwerpunktprogramme
- Forschergruppen
- Graduiertenkollegs
- Innovationskollegs (nur in den neuen Bundesländern).

In den letzten Jahren hat die Förderung der Umweltforschung durch die DFG vom Umfang her deutlich zugenommen⁶³, wobei immer stärker auf die genannten disziplinübergreifenden Förderformen zurückgegriffen wird.⁶⁴ Besonders hervorzuheben sind u.a. das 1994 eingerichtete Schwerpunktprogramm "Mensch und globale Umweltveränderungen - sozial- und verhaltenswissenschaftliche Dimensionen", der neu eingerichtete Sonderforschungsbereich "Entwicklung umweltgerechter Produkte" in Darmstadt oder das Innovationskolleg "Ökologisches Entwicklungspotential der Bergbaufolgelandschaften im Lausitzer Braunkohlerevier" in Cottbus. Relativ stark vertreten sind umweltrelevante Forschungsansätze bei den Graduiertenkollegs; als Beispiele können erwähnt werden "Interdisziplinäre Strategien zum Schutz der Umwelt", "Umwelt- und Ressourcenökonomik" oder "Vernetzte Entwicklung umweltgerechter Produkte und Prozesse" (vgl. Interview Karte sowie DFG 1995). Von großer Bedeutung sind die Graduiertenkollegs auch, weil in ihnen disziplinübergreifende Forschung und Lehre am engsten miteinander verknüpft sind.

Vorhaben, die sich ausdrücklich mit Fragestellungen einer nachhaltigen Entwicklung beschäftigen, existieren bisher allenfalls auf der Ebene von Einzelprojekten. In Vorbereitung befindet sich gegenwärtig aber ein Sonderforschungsbereich zu Ökobilanzen und Stoffstrommanagement als einem zentralen methodischen Instrument für die Operationalisierung einer nachhaltigen Entwicklung (Interview Karte).

⁶³ Für 1994 weist die DFG bei einer Gesamtförderung von rund 1,7 Mrd. DM Vorhaben der Umweltforschung über 136,7 Mio DM aus (DFG). Dies entspricht acht Prozent der Förderung; 1991 hatte dieser Anteil noch weniger als fünf Prozent betragen. Auch das jetzt erreichte Niveau sollte aber noch verbessert werden. Enthalten ist darin zudem ein hoher Anteil an disziplinärer und/oder Grundlagenforschung mit nur schwachen Problembezügen.

⁶⁴ Die folgenden Überlegungen stützen sich teilweise auf ein Interview mit Dr. Karte (DFG, Koordination Umweltforschung).

Die erwähnten Instrumente bieten relativ flexible Möglichkeiten der Forschungsförderung auch hinsichtlich disziplinübergreifender Fragestellungen. Der Wissenschaftsrat hat deshalb zu Recht empfohlen, daß diese Instrumente gezielt und verstärkt zur Förderung von Vorhaben der Umweltforschung genutzt werden sollen, wobei besonderer Handlungsbedarf bei den Rechts-, Wirtschafts-, Sozial- und Verhaltenswissenschaften bestehe (Wissenschaftsrat 1994a: 188ff.) Dennoch weisen auch die skizzierten Förderinstrumente gerade dort, wo es um die Überwindung struktureller Defizite geht, bestimmte charakteristische Schwächen auf. Diese resultieren zum einen aus der grundsätzlichen Strukturierung der Forschungsförderung der DFG nach Disziplingruppen: So erfüllt bspw. das erwähnte Schwerpunktprogramm "Mensch und globale Umweltveränderungen" eine äußerst wichtige Funktion zur Koordination und Stärkung der bisher defizitären sozialwissenschaftlichen Umweltforschung. Gleichzeitig trägt die explizit sozialwissenschaftliche Ausrichtung aber nicht zur Förderung der problembezogenen Zusammenarbeit mit den naturwissenschaftlich-technischen Disziplinen bei.⁶⁵

Zum anderen hängen Schwächen auch mit der Anlage der Förderinstrumente selbst zusammen. Dies läßt sich an den Sonderforschungsbereichen verdeutlichen, die aufgrund ihrer zeitlichen Dauer (12 bis 15 Jahre) und ihres interdisziplinären Anspruchs die stärksten strukturbildenden Effekte an den jeweiligen Hochschulen erzielen können. Dieses Instrument wird aber von den Sozial- und Wirtschaftswissenschaften nur unterdurchschnittlich in Anspruch genommen, und im Bereich einer sozio-ökonomisch orientierten Umweltforschung existiert bisher kein Sonderforschungsbereich. Zu erklären ist dies auch damit, daß gerade bei als defizitär erkannten Bereichen (etwa sozialwissenschaftliche Umweltforschung oder interdisziplinäre Mobilitätsforschung) die "kritische Masse" an einer Hochschule oder an einem Ort nicht zustande kommt. Damit kann das Förderinstrument der Sonderforschungsbereiche aber sogar dazu beitragen, daß Ungleichgewichte in der Wissenschaftslandschaft noch vertieft werden.

Diese Beispiele verdeutlichen, daß für eine an nachhaltiger Entwicklung orientierte, wirksame Forschungsförderung auch das Förderinstrumentarium der DFG weiterentwickelt werden sollte, etwa hinsichtlich einer Stärkung problemorientierter Interdisziplinarität, der Verknüpfung von Grundlagen- und Umsetzungsorientierung oder regionaler Zugänge. Dafür werden im folgenden einige Ansatzpunkte vorgeschlagen:

- Bei Sonderforschungsbereichen könnte in einer Ausnahmeregelung für innovative oder defizitäre Forschungsfelder das Prinzip der Ortsgebundenheit aufgehoben oder zumindest auf eine regionale Ebene ausgeweitet werden. So könnte auch in solchen Forschungsbereichen die notwendige "kritische Masse" an kompetenten WissenschaftlerInnen zustande kommen.
- Das Instrument des Innovationskollegs, das weitergehende Formen der externen Kooperation als ein Sonderforschungsbereich erlaubt (vgl. DFG 1995:205), sollte auch in den alten Bundesländern eingesetzt werden und stärker auf konzeptionelle und umsetzungsorientierte Fragen einer nachhaltigen Entwicklung im regionalen Rahmen konzentriert werden (vgl. auch Wissenschaftsrat 1994a: 192).

⁶⁵ Im internationalen Kontext wird daher versucht die naturwissenschaftlichen und sozialwissenschaftlichen Programme zur sogenannten "Global Change-Forschung" (World Climate Research Programm WCRP und International Geosphere-Biosphere Programme IGBP auf der einen, International Human Dimensions of Global Change Programme IHDP auf der anderen Seite) stärker miteinander zu vernetzen. Auf Seiten der DFG wird daher überlegt, den Senatsauschuß für Umweltforschung, der bisher bereits als Nationalkomitee für das IGBP fungiert, zu einem Koordinationsgremium aller drei Forschungsprogramme auszubauen (Interview Karte). Voraussetzung dafür sollte aber sein, daß die Sozialwissenschaften in diesem Gremium stärker als bisher vertreten sind. Zur Zeit gehören dem Senatsauschuß für Umweltforschung bspw. keine Vertreter von Politikwissenschaft und Soziologie an.

- Die DFG erwägt gegenwärtig die Einrichtung von "Transferforschungsbereichen" (TFB) als einem neuen Förderinstrument (Interview Karte). Im Anschluß an SFBs soll in einem TFB in Kooperation mit Unternehmen die Umsetzung von Forschungsergebnissen in Produkte und Prozesse untersucht werden, wobei hierfür zunächst hauptsächlich ingenieurwissenschaftliche Arbeitsbereiche in Frage kommen. Dieser Ansatz, die Umsetzung von wissenschaftlichen (Grundlagen-)Ergebnissen in gesellschaftliche Anwendungen selbst zu einem Gegenstand des Forschungsprozesses zu machen, ist grundsätzlich zu begrüßen. Auch hier sollte jedoch der enge Ansatz des reinen Technologietransfers von der Wissenschaft zur Wirtschaft zugunsten einer breiteren Beteiligung gesellschaftlicher Akteure geöffnet werden. So sollten in die Umsetzung von Ergebnissen etwa des Sonderforschungsbereichs "Entwicklung umweltgerechter Produkte" auch Verbraucher- und Umweltverbände miteinbezogen werden. Darüber hinaus sollte der Wissenstransfer als ein grundlegendes Problem im Hinblick auf nachhaltige Entwicklung begriffen werden, das nicht allein auf technologierelevante Bereiche beschränkt ist.

5. Innovative Ansätze einer "nachhaltigen" FuT-Politik

Die vorstehende Bestandsaufnahme und Bewertung hat ergeben, daß in einigen Bereichen (insbesondere der Umweltforschung) starke konzeptionelle und methodische Orientierungen an "nachhaltiger Entwicklung" zu beobachten sind; in anderen Bereichen (etwa der Mobilitätsforschung) sind Entwicklungen eingeleitet worden, die zwar Berührungspunkte zur Nachhaltigkeit aufweisen, ohne sich aber thematisch, konzeptionell und methodisch ausdrücklich auf dieses Leitbild zu beziehen. Am Bereich der Materialforschung schließlich ist deutlich geworden, daß es Forschungsfelder gibt, in denen Verknüpfungen zur Nachhaltigkeitsdebatte noch kaum bestehen.

Gleichzeitig hat sich gezeigt, daß eine Orientierung der Forschung und Technikentwicklung an diesem Leitbild auf verschiedenen Ebenen innovative Ansätze und Konzepte der FuT-Politik erfordert. Dabei müssen sich eher kurzfristige Umorientierungen in einzelnen Förderbereichen oder Programmen ergänzen mit längerfristig angelegten Ansätzen, die sich übergreifend an der Zukunftsfähigkeit wissenschaftlicher Forschung sowie technischer, wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Entwicklungen orientieren. Dies gilt besonders angesichts des prozeßhaften Charakters des Leitbilds der Nachhaltigkeit (vgl. Kap. 1), der auch einen Prozeß der gesellschaftlichen Auseinandersetzung und Verständigung über Wege und Ziele einer nachhaltigen Entwicklung voraussetzt und erfordert.

Im folgenden werden mögliche innovative Ansätze und Konzepte für eine "nachhaltige FuT-Politik" zusammenfassend dargestellt auf den Ebenen

- der Instrumente und Kriterien der Forschungsförderung
- der Förderprogramme und ihrer Koordination
- langfristig angelegter, zukunftsorientierter Verfahren und Institutionen der FuT-Politik
- der Strukturierung der Forschungslandschaft.

Die in Kap. 2 entwickelten sechs methodisch-konzeptionellen Kriterien bilden dabei einen übergreifenden Orientierungsrahmen, der auf allen Ebenen relevant ist, ohne daß alle Kriterien auf jeder der Ebenen unmittelbar und in gleicher Weise umgesetzt werden können. Die einzelnen Ebenen sind jedoch ebenso wie die entsprechenden Handlungsansätze und Vorschläge eng miteinander verknüpft und verweisen wechselseitig aufeinander.

5.1. Instrumente und Kriterien der Forschungsförderung

Auf dieser Ebene stellen vor allem problemorientierte Interdisziplinarität, Verbindung von Grundlagen- und Umsetzungsorientierung sowie Einbeziehung der relevanten gesellschaftlichen Akteure klare und überprüfbare Kriterien der Forschungsförderung dar. Die Instrumente der Förderung müssen daher darauf ausgerichtet sein, die Berücksichtigung dieser Kriterien zu gewährleisten. Die in den vergangenen Jahren vor allem im Bereich der Umweltforschung entwickelten interdisziplinären Verbundprojekte mit konkreten räumlichen Bezügen und unter Beteiligung von Akteuren der Praxis bieten dazu zunächst einen guten Ansatzpunkt. Die Förderinstrumente sollten sich daher an den Vorschlägen des Rahmenkonzepts zur Stadtökologie (BMFT 1991) orientieren, die, teilweise modifiziert, auch in den neuen Förderschwerpunkten "Konzepte für nachhaltiges Wirtschaften" und "Ökologische Konzeptionen für Agrarlandschaften" übernommen worden sind. Dabei sollte die Interdisziplinarität der Verbundprojekte verbindliches Förderkriterium werden, wobei dies weniger anhand der Zahl der beteiligten Disziplinen, sondern inhaltlich an dem konzeptionellen Ansatz des Forschungsvorhabens zu überprüfen wäre.

Bei vorrangig technisch orientierten Projekten ist im Sinne nicht nur des ökologischen, sondern auch des wirtschaftlichen Erfolges auf die Einbeziehung aller Akteure der Wertschöpfungs- und Nutzungskette zu achten ("vertikale Verbünde"). Gleichzeitig müssen ökologisch-umweltwissenschaftliche Aspekte umfassend miteinbezogen sowie Ansätze zu einer frühzeitigen (projekt- oder programmbegleitenden) Technikfolgenabschätzung ausgebaut werden.

Die vom BMBF angekündigte (und u.a. auch vom BDI aufgegriffene) Konzentration der Forschungsförderung auf Leitprojekte ist unter dem Gesichtspunkt der nachhaltigen Entwicklung ausdrücklich zu begrüßen. Dabei dürfen die Leitprojekte aber nicht auf die Förderung wirtschaftlicher und technologischer Innovationen und die Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft verengt werden, wie es der Bundesbericht Forschung nahelegt (BMBF 1996d: 29).⁶⁶ Vielmehr sind die Leitprojekte problemorientiert anzulegen, und alle relevanten gesellschaftlichen Akteure sind in ihre Formulierung, Durchführung, Begleitung und Bewertung miteinzubeziehen. Diese Ausrichtung wird auch von der Umwelt-FuE-Strategie des BMFT vom März 1994 unterstrichen: "Leitprojekte gehen von einer aktuellen Umweltproblemstellung aus. Sie erfassen und beschreiben zuerst das Umweltproblem und leiten von dort, nach einer Bestandsaufnahme des Wissens, die wissenschaftlichen und technologischen Fragestellungen und mögliche Lösungsansätze ab. Leitprojekte sind immer interdisziplinär orientiert und organisiert, sie umfassen sowohl naturwissenschaftliche als auch - wo notwendig - sozio-ökonomische Betrachtungsweisen und technologische Entwicklungen. Ihr Ziel ist es, mit Hilfe zusammenfassender, ganzheitlich angelegter wissenschaftlicher Arbeit Lösungsoptionen für konkrete und schwerwiegende Umweltprobleme anzubieten." (BMFT 1994b: 34). Dabei ist darauf zu achten, daß bereits die Auswahl und Definition der zugrundeliegenden Problembereiche interdisziplinär und unter Beteiligung gesellschaftlicher Akteure vorgenommen wird. Zu einem Problembereich sollten jeweils mindestens zwei Leitprojekte gefördert werden, um die Unterschiedlichkeit wissenschaftlicher Zugänge und gesellschaftlicher Sichtweisen deutlich zu machen und um ein breites Spektrum möglicher Lösungsansätze zu erarbeiten und zu erproben.

Die bisherigen Erfahrungen mit den interdisziplinären Verbundprojekten in der Umweltforschung zeigen aber auch, daß gerade bei problemorientierten Vorhaben mehr Zeit und Raum für die Entwicklung eines integrierenden konzeptionellen Rahmens gegeben werden muß. Denn dieser Rahmen kann nicht "von außen" fertig übernommen werden, sondern muß als integraler Bestandteil der Forschung im Lauf der Projektbearbeitung erst erarbeitet werden. Häufig wird dies von der Forschungsförderung nicht ausreichend berücksichtigt, so daß ein finanzieller und zeitlicher Druck zur Beschränkung auf multidisziplinäres Arbeiten entstehen kann.

Das BMBF hat zwar mehrfach hervorgehoben, daß thematisch ausgerichtete, interdisziplinäre Verbundforschung die adäquate Form zur Bearbeitung komplexer Querschnittsfragestellungen ist (vgl. z.B. BMFT 1994b: 33). Die tatsächliche Förderung von Verbundprojekten, insbesondere solchen, in denen Natur- und Sozialwissenschaften problemorientiert zusammenarbeiten, entspricht dieser Aussage aber nicht (vgl. Bundesregierung 1995: 19ff.; ISOE 1994: 239f.). In Zukunft ist daher ein deutlicher Ausbau der interdisziplinären Verbundforschung durch entsprechende Förderkonzepte und -instrumente erforderlich, da nur so die durch das Konzept nachhaltiger Entwicklung aufgeworfenen Fragestellungen angemessen bearbeitet werden können. Zugleich sollte in den für Nachhaltigkeit relevanten Forschungsbereichen der Anteil der institutionellen Förderung sukzessive verringert werden zugunsten der flexibleren

⁶⁶ Insbesondere sollten die Leitprojekte keine reinen Projekte der Technikentwicklung oder technische Demonstrationsvorhaben darstellen.

(Verbund-)Projektförderung (vgl. bezogen auf die Umweltforschung Wissenschaftsrat 1994a).

Einen wichtigen innovativen Ansatz im Hinblick auf die gesellschaftliche Konkretisierung einer nachhaltigen Entwicklung können darüber hinaus neue Formen einer "akteursorientierten Projektförderung" darstellen. Darunter ist die Bereitstellung problembezogener Fördermittel zu verstehen, mit denen von Umwelt- oder Verbraucherverbänden, Bürgerinitiativen und anderen sozialen Gruppen bei einer festzulegenden Eigenbeteiligung eigene Forschungsaufträge an wissenschaftliche Einrichtungen vergeben werden können (vgl. ISOE 1994: 244). Der Vorteil eines solchen, an der Förderung der Fraunhofer-Institute orientierten Förderinstruments (vgl. Schimank 1991) wäre zum einen, daß sich die Forschung stärker an regionalen und lokalen sozialen und ökologischen Problemlagen orientieren und die Forschungseinrichtungen sich zu einer Kooperation mit gesellschaftlichen Gruppen öffnen würden. Zum anderen hätten gesellschaftliche Gruppen im Hinblick auf die Entwicklung nachhaltiger Konsummuster die Möglichkeit, bspw. neue Nutzungsmuster zu erproben und die Bedingungen ihres Erfolgs oder Mißerfolgs wissenschaftlich auswerten zu lassen.

5.2. Förderprogramme und ihre Koordination

Die Orientierung der Forschungspolitik an nachhaltiger Entwicklung macht auf der Ebene der Förderprogramme neue, innovative Ansätze erforderlich. Diese lassen sich unter den folgenden Aspekten konkretisieren:

a) Mittelfristig sollte vor allem das Kriterium der Orientierung an Bedürfnis- und Bedarfsfeldern zu einer Umstrukturierung und Neuakzentuierung der Förderprogrammatis führen. Förderprogramme sollten dementsprechend auf die Erarbeitung, Konkretisierung und Umsetzung nachhaltiger Entwicklungskonzepte in den unterschiedlichen Bedürfnisfeldern (Ernährung, Bekleidung, Bauen/Wohnen, Mobilität etc.) oder Bedarfsfeldern (Energieversorgung, Wasserversorgung etc.) ausgerichtet werden. Dabei sollte in der Förderung von Projekten der regionalen Konkretisierung und Umsetzung dieser Fragestellungen besonders Rechnung getragen werden.

Unabhängig davon wird auch weiterhin Forschung und Entwicklung zu Technologien gefördert werden müssen, welche die Bedürfnisfelder übergreifen (bspw. Informationstechnik). Auch solche Förderbereiche sollten aber stärker auf ihre (möglichen und wahrscheinlichen) Anwendungsbezüge hin ausgerichtet werden - wie es unter etwas anderen Vorzeichen auch in der Förderung der Materialforschung durch das BMBF der Fall ist. Zudem sollten die Impulse für technologische Frage- und Aufgabenstellungen von den Erfordernissen in den unterschiedlichen Bedürfnisfeldern ausgehen.

b) Nachhaltige Entwicklung stellt eine Querschnittsorientierung dar, die in unterschiedlichen Forschungsfeldern konkretisiert werden muß. Dennoch bietet es sich zumindest kurzfristig an, ein eigenes Förderprogramm "Nachhaltige Entwicklung" aufzulegen, indem die neu aufgeworfenen inhaltlichen, konzeptionellen und methodischen Fragestellungen systematisch und modellhaft bearbeitet werden können. Dies erscheint im Sinne einer strukturbildenden Forschungsförderung auch notwendig, um 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 Förderschwerpunkte herum kristallisieren, in denen das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung bereits zu konzeptionellen Überlegungen und Weiterentwicklungen geführt hat. Dies betrifft vor allem die beiden Schwerpunkte "Konzepte für nachhaltiges Wirtschaften" und "Ökologische Kon-

zeptionen für Agrarlandschaften“, wobei in dem letzteren Konzept der ökosystemar geprägte Ansatz hin zu einem regionalen Zugang geöffnet werden sollte. In einem solchen Programm müßten zunächst grundlegende Problemanalysen für die Ermittlung des FuE-Bedarfs in den wichtigsten gesellschaftlichen Bedürfnisfeldern durchgeführt werden.⁶⁷ Darüber hinaus sollten die inhaltlichen und methodischen Fragen zu den (Bewertungs-) Instrumenten nachhaltiger Entwicklung (Umweltqualitätsziele, Ökobilanzen, Stoffstrommanagement, ökonomische, soziale und ökologische Nachhaltigkeitsindikatoren etc.) ebenso wie die konzeptionellen Fragen einer disziplinübergreifenden Zusammenarbeit in diesem Förderprogramm konzentriert werden. In diesem Zusammenhang könnte auch der frühere Vorschlag zur Einrichtung eines thematisch ähnlichen interdisziplinär ausgerichteten Förderschwerpunkts “Sozial-ökologische Zukunftsforschung” (Jahn/Wehling 1992) integriert werden.

Ein übergreifendes Ziel des Förderprogramms “Nachhaltige Entwicklung” sollte es sein, (z.B. durch modellhafte Leitprojekte) auf verschiedenen Ebenen Impulse für eine Umorientierung anderer Förderbereiche zu geben und somit zur Umstrukturierung der Fördersystematik beizutragen.

c) 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. Darauf haben sowohl der Wissenschaftsrat (1994a: 124ff.) als auch der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU 1993, 1994) hingewiesen. Zwar ist die Bundesrepublik an den internationalen Programmen zur Klimaforschung, zur Meeres- und Polarforschung etc. insgesamt ausreichend beteiligt. Diese Forschungen stehen aber, ausgehend vor allem von der Klimaproblematik, unter einer stark globalisierenden Perspektive ohne regionale Konkretisierungen und sind überwiegend natur- oder ingenieurwissenschaftlich geprägt.⁶⁸ Vor diesem Hintergrund stellt der WBGU fest: “Die deutsche Forschung zu den ökologischen Problemen der Dritten Welt und zum Zusammenhang von Umwelt und Entwicklung ist von wenigen Ausnahmen abgesehen noch nicht hinreichend entwickelt, sie sollte daher institutionell und personell gestärkt und regional und thematisch fokussiert werden.” (WBGU 1994: 54f.) Eine solche Forschung sollte

- erstens konkrete Beiträge zur Erarbeitung und Umsetzung von Nachhaltigkeitskonzepten in Regionen der Dritten Welt leisten
- zweitens die Wechselwirkungen zwischen globalen und regionalen Problemebenen analysieren
- sowie drittens mögliche Zusammenhänge zwischen Entwicklungen in der Ersten und Dritten Welt untersuchen. So könnte gefragt werden, welche Auswirkungen künftige Verringerungen des Ressourcenverbrauchs in den Industrieländern auf die wirtschaftliche Entwicklung in den Rohstoff-Lieferländer haben oder umgekehrt, welche Konsequenzen eine andere Landbewirtschaftung in der “Dritten Welt” (z.B. Redu-

⁶⁷ Dabei könnte teilweise auf das in dem niederländischen “Sustainable Technology Development-Programme” entwickelte Verfahren zur Ermittlung des langfristigen FuE-Bedarfs in bestimmten Feldern zurückgegriffen werden (vgl. auch 5.3.).

⁶⁸ In dem neuen Schwerpunktprogramm “Mensch und globale Umweltveränderungen” der DFG werden sozialwissenschaftliche Fragen auch zur globalen Umweltproblematik bearbeitet. Außerdem werden auf internationaler Ebene gegenwärtig neue Bemühungen unternommen, das “International Human Dimensions of Global Change Programme” (IHDP) als sozialwissenschaftlichen Baustein der Global Change-Forschung neu zu beleben. Unabhängig davon sollte die Bundesrepublik auf nationalstaatlicher Ebene ihren Beitrag zur Untersuchung der internationalen Aspekte von sustainable development ausbauen.

zierung von weltmarktfähigen Monokulturen) auf die Industrieländer haben könnten.

Zur Initiierung und Förderung solcher Forschungsarbeiten sollte ein neues Förderprogramm "Internationale Aspekte nachhaltiger Entwicklung" eingerichtet werden. Ein solches Programm könnte ressortübergreifend von BMBF, BMZ und BMU konzipiert und getragen werden (vgl. auch WBGU 1994: 55).⁶⁹ Ziel des Programms muß die problembezogene Kooperation von Forschungseinrichtungen in der Bundesrepublik mit wissenschaftlichen Einrichtungen, aber auch mit gesellschaftlichen Akteuren aus einem Land der "Dritten Welt" sein. Gefördert werden sollen daher interdisziplinäre Verbundprojekte, in denen deutsche und ausländische WissenschaftlerInnen gemeinsam an Lösungsvorschlägen für konkrete Problemlagen in einem Land oder einer Region der Dritten Welt arbeiten. Dabei ist darauf zu achten, daß Problemdefinition und Forschungskonzeption in einem kooperativen Verfahren entwickelt und nicht lediglich vermeintlich überlegene wissenschaftliche Kenntnisse und Methoden des "Nordens" auf andere soziale und ökologische Kontexte übertragen werden. Von zentraler Bedeutung ist daher auch die Einbeziehung gesellschaftlicher Akteure; zugleich sollten auch die Wechselwirkungen zwischen Entwicklungen in dem betreffenden Land und in der Bundesrepublik thematisiert sowie nach Möglichkeit auch ein Beitrag zum Aufbau überregionaler, länderübergreifender Kooperationsnetzwerke geleistet werden.

Ein solches Programm könnte nicht nur wichtige Impulse geben für eine entsprechende Verbesserung der Forschungslandschaft in der Bundesrepublik, sondern auch einen Beitrag zum Aufbau entsprechender wissenschaftlicher Kapazitäten in den Ländern der Dritten Welt leisten. Sowohl der WBGU als auch der Wissenschaftsrat heben hervor, daß "der Aufbau wissenschaftlicher Infrastrukturen in der Dritten Welt unentbehrlich (ist) für jede auf 'sustainable development' ausgerichtete Entwicklungspolitik" (Wissenschaftsrat 1994a: 130).

d) Besondere Aufmerksamkeit muß in den unter b) und c) beschriebenen neuen Förderprogrammen auf die Einbeziehung von Frauen in nachhaltigkeits-orientierte Handlungsansätze sowie auf die Analyse der Auswirkungen wirtschaftlicher, technischer oder politischer Maßnahmen auf die Lebens- und Arbeitssituation von Frauen gelegt werden. Vor allem in den Ländern der Dritten Welt ist offensichtlich, daß Ansätze zu einer nachhaltigen Entwicklung sich in hohem Maße auf die Handlungspotentiale und -ressourcen der Frauen stützen müssen, die in vielen Ländern nicht nur für Hausarbeit, Kindererziehung, Gesundheitsversorgung etc., sondern auch für die Erwerbsarbeit zuständig sind. Dies macht umgekehrt aber auch eine erhebliche Stärkung der Handlungs- und Entscheidungskompetenzen der Frauen in vielen gesellschaftlichen Bereichen notwendig (vgl. Braidotti et al. 1994; Harcourt 1994). Diese Zusammenhänge stellen aber auch in der Bundesrepublik, ein wichtiges Forschungsthema dar, insbesondere wo es um die Entwicklung einer nachhaltigen Lebensweise und nachhaltiger Konsummuster geht (vgl. auch BMBF 1996e). Dabei müssen sowohl die Erfahrungen und Handlungskompetenzen von Frauen aufgenommen und einbezogen werden als auch verhindert werden, daß Maßnahmen zu einer noch größeren Mehrbelastung der Frauen durch die Haus- und Konsumarbeit führen.

Forschungen zu "Frauen und Nachhaltigkeit" stellen daher gerade unter dem Gesichtspunkt der Akteursorientierung Querschnittsaspekte in allen nachhaltigkeitsorientierten Vorhaben dar. Um diese in der bisherigen umweltpolitischen und Nachhaltigkeitsdiskussion noch zu wenig verankerte Sichtweise zu stärken, sollte aber in den

⁶⁹ Dabei sollten auch Überlegungen zur Konzeption einer interdisziplinären "Klimawirkungsforschung" aufgenommen und integriert werden (vgl. Bechmann et al. 1995).

beiden beschriebenen Programmen jeweils ein eigener Förderschwerpunkt geschaffen werden, in dem die angesprochenen Zusammenhänge gezielt und vorrangig untersucht werden. Dabei sollten zugleich auch Aspekte der feministischen Wissenschafts- und Technikkritik einbezogen werden. Dies setzt auch eine Stärkung der interdisziplinären Frauenforschung in der Bundesrepublik sowie Ansätze zu einer Verknüpfung der bisher vorwiegend sozial- und gesiteswissenschaftlich orientierten Frauenforschung mit der Umweltforschung voraus (vgl. Interview Rodenstein; Schultz/Weller 1995).

e) Für eine stärkere Orientierung der Fu-Politik an Nachhaltigkeit müssen auch andere Forschungsfelder und -programme gezielt gestärkt und ausgebaut werden. Dies betrifft unter dem Kriterium der Langfrist- und Folgenabschätzungsorientierung insbesondere die Wissenschafts- und Technikforschung ("science and technology assessment"). Die Förderung dieses Feldes bleibt gerade unter dem Gesichtspunkt zukunftsfähiger Innovationen weiterhin deutlich hinter den Anforderungen zurück (vgl. Gill 1994b). Notwendig wäre dabei die Berücksichtigung und Stärkung der folgenden Ansatzpunkte:

- Angesichts der engen Verknüpfung zwischen grundlagen- und anwendungsorientierter Forschung sowie zwischen Wissenschaft und Technik (vgl. Kap. 1) sind Ansätze zu einer integrierten Wissenschafts- und Technikforschung zu erarbeiten und in Modellprojekten zu erproben und weiterzuentwickeln.
- Verstärkt zu fördern sind sowohl technikinduzierte Forschungen und Folgenabschätzungen (wobei vor allem hier die Präformation von technischen Anwendungskontexten durch die wissenschaftliche Forschung zu berücksichtigen ist) als auch bedürfnisfeldorientierte, probleminduzierte Ansätze (vgl. BMBF 1996d: 267), welche die potentiellen Beiträge technischer (und nicht-technischer) Innovationen für zukunftsfähige Lösungsansätze untersuchen, dabei aber auch mögliche nicht-intendierte Nebenfolgen im Blick behalten. Aspekte der Wissenschafts- und Technikfolgenabschätzung sind sowohl in den einzelnen Forschungsprojekten als auch in den Förderprogrammen verstärkt zu berücksichtigen.
- Der technikbezogene Blick der TA wäre in dieser Perspektive auszuweiten zu einer integrierten "Handlungsfolgenabschätzung", bei der auch politisch-administrative und wirtschaftliche Maßnahmen mit TA-orientierten Methoden untersucht werden.
- Schließlich sollten Fragestellungen und Ansätze der Wissenschafts- und Technikforschung auch auf die Bereiche der Umwelt- und Klimaforschung verstärkt angewendet werden (vgl. Bechmann et al. 1995). Untersucht werden könnte hier z.B. der Umgang mit der Unsicherheit von wissenschaftlichen Aussagen oder Prognosemodellen, der Einsatz von neuen Modellierungstechniken (z.B. aus dem Bereich der "komplexen Systeme") auf diese Zusammenhänge oder der Einfluß, den der wissenschaftliche Umgang mit Unsicherheiten auf gesellschaftliches und politisches Handeln ausübt.

Zur strukturbildenden Aufwertung des Feldes des "science and technology assessment", zur Erarbeitung weiterführender konzeptioneller und methodischer Ansätze sowie zur Durchführung von Modell- und Leitprojekten sollte (statt der bisherigen Förderung im BMBF-Förderbereich W "Übrige, nicht anderen Bereichen zugeordnete Aktivitäten") entweder ein eigener Förderbereich geschaffen werden oder ein thematisch konzentrierter Schwerpunkt ("Sozialwissenschaftliche orientierte Wissenschafts- und Technikforschung") innerhalb der Sozialwissenschaften eingerichtet werden. Unabhängig davon ist auch die programm- und projektintegrierte Technikforschung und -folgenabschätzung weiter auszubauen, wobei Formen der "Umetikettierung" von anders ausgerichteten Forschungen entgegengewirkt werden sollte.

f) Verbessert werden sollte schließlich die Koordination und Abstimmung sowohl zwischen unterschiedlichen Forschungsprogrammen als auch zwischen den einzelnen

Ressorts innerhalb eines Programms. Forschungen zur Nachhaltigkeit stellen (ebenso wie Umweltforschung) Querschnittsaufgaben und -fragestellungen dar; so müssen bspw. Ergebnisse zu den Umweltwirkungen bestimmter Stoffe oder Anforderungen an eine umweltgerechte Produktgestaltung in technologie-orientierten Forschungsprogrammen berücksichtigt werden. Dafür sollten entsprechende Institutionen des Ergebnisaustausches und Wissenstransfers geschaffen werden. Insbesondere sollten solche Zusammenhänge bei der Evaluation und Weiterentwicklung von Forschungsprogrammen aufgenommen werden (vgl.5.3.).

Angesichts der großen Zahl der an den einzelnen Forschungsgebieten beteiligten Ressorts (z.T. mit eigenen Forschungseinrichtungen) stellt die Erarbeitung von ressortübergreifenden Programmen bspw. zur Umwelt- und Mobilitätsforschung, einen ersten wichtigen Schritt zur Abstimmung der unterschiedlichen Ansätze und Ziele dar. Dabei ist auch zu berücksichtigen, daß die bisherige Arbeitsteilung zwischen einer überwiegend grundlagen-orientierten Forschungsförderung und einer anwendungs-orientierten Ressortforschung in vielen Forschungsfeldern fragwürdig geworden ist.⁷⁰ Bei der Formulierung der Forschungsprogramme sollten daher grundlagen- und anwendungsbezogene Fragestellungen zu einer problemorientierten Perspektive gebündelt werden. Dabei ist darauf zu achten, daß auch "unterhalb" der Integration in ein übergreifendes Programmkonzept wirksame Koordinationsmechanismen geschaffen werden. Einen Ansatz dazu können die in 5.1. erwähnten Leitprojekte bieten, wenn und sofern unterschiedliche Ressorts an ihrer Konzeption und Durchführung beteiligt sind. Auf administrativer Ebene könnten interministerielle Arbeitsgruppen zur Koordination und Begleitung der Programme gebildet werden.

Eine wichtige Rolle sowohl bei der Koordination als auch bei der Gestaltung könnte zudem die parlamentarische Beratung zumindest von Forschungsprogrammen mit "Schlüsselcharakter" (z.B. Umweltforschung, Informationstechnik, Verkehrsforschung, Biotechnologie) spielen. Die Diskussion könnte entweder im Bundestag oder in den zuständigen Ausschüssen geführt werden. Zugleich sollten wissenschaftliche Beiräte zu den Forschungsprogrammen Aufgaben einer Koordination, Evaluation und Weiterentwicklung der Forschungsprogramme übernehmen. Zu diesem Zweck sollten die Beiräte über die tradierte Besetzung mit Wissenschaft, Wirtschaft und Politik (sowie gelegentlich den Gewerkschaften) durch VertreterInnen weiterer gesellschaftlicher Gruppen ergänzt werden (vor allem Umweltorganisationen und andere Verbände).⁷¹

Zum Zweck einer wirksameren Koordination der umweltbezogenen staatlichen Forschung hat schließlich der Wissenschaftsrat die Vorlage eines "in mehrjährigem Turnus" zu erstellenden Umweltforschungsberichts angeregt (Wissenschaftsrat 1994a: 178). Dieser sollte Beiträge "zu einer gemeinsamen Problemaufbereitung, zur Benennung von Prioritäten und Posterioritäten und zur Formulierung von gemeinsamen Programmen" liefern. Dieser Vorschlag könnte auf die für nachhaltige Entwicklung relevanten Forschungsfelder übertragen werden; um zu handhabbaren und aussagekräftigen Berichten zu kommen, wären dabei aber jeweils thematische Konzentrationen erforderlich. Dabei könnten im Hinblick auf bestimmte Forschungsfelder der Stand

⁷⁰ So werden beispielsweise auch am UBA oder innerhalb des BMV grundlagen-orientierte oder grundlagen-relevante Forschungen initiiert und gefördert.

⁷¹ Der Sachverständigenrat für Umweltfragen hebt in seinem neuen Jahresgutachten hervor, daß Umweltverbände für eine Operationalisierung von nachhaltiger Entwicklung stärker in politische Beratungs- und Entscheidungsgremien einbezogen werden sollten. Umweltverbände sollten dabei als "legitime Vertreter notwendiger gesellschaftlicher Interessen" betrachtet werden (SRU 1996: 43). Vgl. auch Welsch/Schneider 1995 sowie Interview Schulz.

der Diskussion, die wissenschaftliche und technische Entwicklung, neue Problemlagen, veränderte Bewertungskriterien und Ziele sowie der künftige Forschungsbedarf im Sinne einer "ex-ante-" und "ex-post-Evaluation" aufgezeigt werden (vgl. Kuhlmann/Holland 1995: 155ff).

5.3. Zukunftsorientierte Verfahren und Institutionen 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.

In diesen Bereichen existiert bereits eine Reihe von entsprechenden Methoden und Institutionen; für die Konkretisierung und prozeßorientierte Umsetzung von nachhaltiger Entwicklung scheint es aber notwendig, das vorhandene Spektrum zu erweitern.

a) Für die Bearbeitung und erfolgreiche Nutzung zukunftsweisender Forschungsgebiete ist es notwendig, das gegenwärtig bestehende und in vielen Bereichen erfolgreiche System der Forschung und Forschungsförderung in der Bundesrepublik Deutschland um eine forschungsbezogene Prospektion zu erweitern (vgl. Wissenschaftsrat 1994b: 2). Diese Forderung wird zwar vom Wissenschaftsrat nicht mit dem Leitbild einer zukunftsfähigen Entwicklung begründet; dennoch weisen die Ziele einer solchen Prospektion 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 forschungs- und technologiepolitischen Dialog über künftige Chancen in Forschung und Technologie und ihre Nutzung einzubeziehen" (Wissenschaftsrat 1994b: 30f.)

Die bisher in der Bundesrepublik existierenden Verfahren eines "research foresight" (neben den Ansätzen der DFG oder von Trägerorganisationen wie der Max-Planck-Gesellschaft ist dies vor allem das vom BMBF eingesetzte Delphi-Verfahren) hält der Wissenschaftsrat für diese Aufgaben nicht für ausreichend (vgl. ebd.: 17f.). Unter dem Gesichtspunkt der nachhaltigen Entwicklung ist gegen das Delphi-Verfahren außerdem einzuwenden, daß es auf einer Befragung nur wissenschaftlicher Experten beruht und insofern sozial stark selektiv ist; zudem spiegelt das Verfahren im wesentlichen die Erwartungen der Experten über die Weiterentwicklung der existierenden Technologielinien wider.⁷²

Nachhaltige Entwicklung basiert aber nicht per se auf der Fortentwicklung und Optimierung der vorhandenen Technologien, sondern erfordert einerseits strukturelle Innovationen, andererseits aber auch neuartige technologische Ansätze. Zudem benötigen Langfristkonzepte für eine nachhaltige Entwicklung nicht nur Wissen über mögliche wissenschaftliche und technologische Entwicklungen, sondern auch über den zu erwartenden gesellschaftlichen Bedarf an wissenschaftlicher Forschung und technologischen Lösungen.

Der Prospektionsansatz wird daher um wichtige Fragestellungen erweitert. Aus diesem Grund werden in der wissenschaftlichen Diskussion neben prospektiven Verfahren auch retrospektive Ansätze vorgeschlagen. Einen solchen retrospektiven Ansatz

⁷² Noch deutlicher ergeben sich diese Einwände gegenüber dem "Rat für Forschung, Technologie und Innovation", der zudem eine kürzere Zeitperspektive berücksichtigt.

zur Langfristorientierung stellt das im Rahmen des niederländischen "Sustainable Technology Development-Program" entwickelte "Back-Casting"-Verfahren dar (zu genaueren Einzelheiten vgl. die Parallelstudie des ISI). Dabei wird zunächst für eine Reihe gesellschaftlicher Bedürfnisfelder eine gewünschte Zukunft in 50 Jahren beschrieben. Davon ausgehend werden rückblickend mögliche Wege zu diesem Zustand beschrieben, wobei ausdrücklich auch geprüft werden soll, welchen Beitrag technologische Innovationen dazu überhaupt leisten können. Für ausgewählte Technologien wird dann in einem sogenannten "illustrative process" eine Begutachtung durchgeführt, die der Demonstration von möglichen positiven Wirkungen dient. Wichtig ist hierbei auch, daß dadurch eine langfristige Orientierung privater FuE-Aktivitäten an Nachhaltigkeit ohne eine direkte staatliche FuE-Förderung erleichtert werden soll.

Dieses Verfahren bietet wichtige Ansatzpunkte, um der Gefahr einer bloßen Fortschreibung der gegenwärtigen Wissenschafts- und Technikentwicklung zu entgehen. Allerdings enthält dieses Verfahren bestimmte Schwachpunkte: So muß genauer z.B. geklärt werden, in welcher Form, nach welchen Kriterien und mit welchen Methoden der erwünschte nachhaltige Zukunftszustand ermittelt und definiert werden soll. Ebenso wären Kriterien zu entwickeln, welche technologischen Entwicklungen in einem "illustrative process" genauer untersucht werden sollen.⁷³ Schließlich birgt ein rein retrospektives Vorgehen die zu einem prospektiven Ansatz komplementäre Gefahr, keine Verbindung zu den aktuell vorhandenen wissenschaftlichen und technischen Potentialen herstellen und dort keine Umorientierungen auslösen zu können. So wird innerhalb des STD-Programms selbst hervorgehoben, daß kurz- und mittelfristig weiterhin traditionelle Ansätze der Umwelttechnik erforderlich sein werden. Wichtig wäre aber, daß ein Programm zur nachhaltigen Technologieentwicklung auch in diesem Feld innovative Impulse geben kann.

Diese Überlegungen sprechen dafür, für die Bewertung der langfristigen Technologieentwicklung und die Ermittlung von forschungspolitischen Schwerpunkten prospektive und retrospektive Verfahren zu verknüpfen. Dabei sollten sich mittel- und langfristige Problem- und Bedarfsanalysen wechselseitig ergänzen. Für die Bearbeitung dieser Aufgaben sollte die FuT-Politik geeignete Methoden oder auch Institutionen zu schaffen. Der Wissenschaftsrat hat für die Aufgabe der forschungsbezogenen Prospektion die Schaffung eines eigenen interdisziplinär zusammengesetzten Gremiums vorgeschlagen (Wissenschaftsrat 1994b: 38ff.); denkbar wäre auch die Ausgestaltung in einem eigenen Forschungsprogramm wie in den Niederlanden. Die genaue institutionelle und methodische Ausrichtung sollte Gegenstand und Ergebnis einer breiteren Diskussion um eine nachhaltige Forschungspolitik sein. In jedem Fall müssen auch hier gesellschaftliche Akteursgruppen miteinbezogen werden, da es auch um den gesellschaftlichen Bedarf und um gesellschaftliche Ziele der Technologieentwicklung geht.

b) Darüber hinaus sollten in den für nachhaltige Entwicklung relevanten Forschungsfeldern Verfahren einer zeitnahen Evaluation stärker genutzt und verankert werden. Dadurch wird 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. Daher müssen hier Ansätze und Fragestellungen einer ex-post vorgenommenen Ergebnisbewertung mit solchen einer ex-ante zu leistenden Skizzierung des künftigen Forschungsbedarfs verknüpft werden. Bei einer ex ante-Evaluation wäre z.B. zu prüfen, ob die Förder-

⁷³ So ist z.B. fraglich, ob etwa die in den Niederlanden untersuchte Entwicklung eines synthetischen Fleisch-Ersatzes wirklich zu den vorrangigen "nachhaltigen Schlüsseltechnologien" gehört.

schwerpunkte den Problemlagen noch angemessen sind, durch welche Maßnahmen erkannte Hemmnisse überwunden werden und ob durch eine Ergänzung der Instrumentarien von Förderung und Programmentwicklung die Ziele besser erreicht werden können (Kuhlmann/Holland 1995: 159).⁷⁴

Evaluationen könnten z.B. von den jeweiligen Beiräten in den Forschungsprogrammen vorgenommen oder an unabhängige wissenschaftliche Einrichtungen vergeben werden. Wichtig ist dabei, daß Evaluationen als ein "normaler" Bestandteil der FuT-Politik angesehen werden, daß sie in nicht zu langen Zeiträumen erfolgen und vor allem, daß ihre Ergebnisse öffentlich diskutiert werden und ggf. zu Umstrukturierungen der Programme führen.

c) Technologie-Entwicklung im Hinblick auf das Leitbild Nachhaltige Entwicklung muß nicht nur ökologische und ökonomische Zusammenhänge berücksichtigen, sondern auch an gesellschaftliche Handlungsmöglichkeiten und Bedürfnisse angepaßt sein. Notwendig sind daher erweiterte Formen der gesellschaftlichen Technikbewertung. Dabei geht es nicht um soziale "Akzeptanz" für vorgegebene technologische Innovationen, sondern um einen Prozeß der gesellschaftlichen Auseinandersetzung um die Gestaltung von technischen Entwicklungen.

In diesem Rahmen ist in den vergangenen Jahren ein breites Spektrum von institutionellen oder methodischen Vorschlägen entwickelt worden. Diese reichen von der Institutionalisierung von Einrichtungen der Technikfolgenabschätzung als einer Form der Politikberatung über Programme zur sozialverträglichen Technikgestaltung und Formen einer partizipativen, diskursiv orientierten Technikgestaltung bis hin zu neuen Bewertungs- und Beteiligungs- und Konfliktlösungsverfahren wie Mediationen oder Konsensuskonferenzen. Auf die Vorzüge oder Schwächen dieser Ansätze kann im Rahmen dieser Studie nicht im einzelnen eingegangen werden, in jedem Fall eröffnen sie eine wichtige Dimension einer an Nachhaltigkeit orientierten FuT-Politik. Diese sollte die genannten Verfahren und Methoden daher methodisch weiterentwickeln und flexibel in den unterschiedlichen Gegenstandsbereichen und räumlich-sozialen Kontexten einsetzen. So eignen sich beispielsweise Mediationen eher für die Lösung regional begrenzter Problem- und Konfliktlagen, Konsensus-Konferenzen hingegen eher als Element eines übergreifenden öffentlichen Bewertungs- und Entscheidungsprozesses über Technologien.

5.4. Strukturierung der Forschungslandschaft

Die Orientierung an nachhaltiger Entwicklung erfordert hinsichtlich der Forschungslandschaft vor allem in zwei Dimensionen Umstrukturierungen und neue Ansätze.

- Erstens müssen Forschungspotentiale, die in der Lage sind, Fragestellungen einer nachhaltigen Entwicklung nach den in Kap. 2 genannten Kriterien zu bearbeiten, unterstützt und gestärkt werden bzw. entsprechende Defizite durch geeignete Maßnahmen, z.B. die Neugründung von Instituten, überwunden werden.
- Da nachhaltige Entwicklung auf die Verknüpfung ökologischer, ökonomischer und sozialer Aspekte sowie von Grundlagen- und Anwendungsaspekten zielt, müssen zweitens "Hybrid-Institutionen" gestärkt oder aufgebaut werden, die auf die Vermitt-

⁷⁴ Kuhlmann und Holland (1995: 155) weisen mit Blick auf die Umweltforschung darauf hin, daß angesichts der Höhe der eingesetzten Fördermittel, der Dringlichkeit der Aufgaben und der zunehmenden Komplexität des Forschungsfeldes eine Evaluation immer mehr an Bedeutung gewinnt. Weingart (1995: 49) macht zudem deutlich, daß - nicht zuletzt in Zeiten knapper werdender Mittel - Forschungs- und Technologiepolitik sich künftig immer weniger über die Höhe der Aufwendungen für bestimmte Zwecke begründen und legitimieren kann als vielmehr über die damit erzielten Ergebnisse.

lung und Übersetzung dieser Aspekte zwischen den verschiedenen Bereichen (Wissenschaft, Gesellschaft, Politik, Wirtschaft) ausgerichtet sind.

Eine dritte Anforderung ergibt sich aus dem prozeßhaften und zukunfts-offenen Charakter von nachhaltiger Entwicklung selbst: Die Forschungspolitik muß die Wissenschaftslandschaft so gestalten, daß sie im Hinblick auf sich wandelnde Zielsetzungen und Problemlagen offen und "entwicklungsfähig" bleibt. Die Forschungslandschaft muß demnach so strukturiert werden, daß langfristige Festlegungen und Blockierungen von Forschungsmitteln und -potentialen möglichst vermieden werden. Andernfalls gelingt es, wie im Fall der Großforschungseinrichtungen, nur unzureichend, neue wissenschaftliche, politische oder gesellschaftliche Zielsetzungen in den alten Strukturen bearbeiten zu lassen. Andererseits impliziert die Forderung nach "Entwicklungsfähigkeit" der Forschungslandschaft auch, daß Forschungspotentiale erhalten bleiben, so daß sie gegebenenfalls gestärkt und ausgebaut werden können. Beides deutet auf die Notwendigkeit einer flexibel angelegten institutionellen Forschungsförderung hin.

Die Konkretisierung dieser Überlegungen für die einzelnen Sektoren der Forschungslandschaft kann hier nicht vorgenommen werden. Die Bestandsaufnahme hat jedoch deutlich gemacht, daß sowohl unter inhaltlich-thematischen Aspekten als auch hinsichtlich der Strukturen der Forschungsförderung eine stärkere Akzentuierung hin zu den an Nachhaltigkeit orientierten Fragen erforderlich ist. Dies soll exemplarisch an der Förderung außeruniversitärer Institute einer ökologisch orientierten Forschung verdeutlicht werden:

Neben den Großforschungseinrichtungen (s. Kap. 3.2.7.) und den Fraunhofer-Instituten sind hier im Bereich der institutionellen Förderung des BMBF und z.T. anderer Ressorts) vor allem die Institute der Blauen Liste von Bedeutung.⁷⁵ Infolge der Umstrukturierung und Integration des Forschungssystems der früheren DDR hat sich die Zahl der Blauen Liste-Institute erheblich, von vorher 47 auf jetzt 83 erhöht (vgl. BMBF 1996d). Dabei sind auch einige Institute mit umweltbezogenen oder nachhaltigkeits-relevanten Aufgaben und Schwerpunkten neu entstanden; zu nennen sind insbesondere das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), das Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) in Eberswalde oder das Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR) in Dresden.

Zugleich haben sich aber durch die starke Ausweitung der Blauen Liste die strukturellen Probleme dieses Förderinstrumentes: thematische Inhomogenität einerseits, mangelnde Flexibilität und Offenheit der Förderung vor allem aufgrund der Abstimmungsmechanismen zwischen Bund und Ländern (vgl. Hohn/Schimank 1990) noch verschärft, ohne daß die Neuaufnahme einer so großen Zahl von Instituten zu einer wirklichen Strukturreform genutzt worden wäre. Nach Ansicht des Wissenschaftsrates muß aber "eine größere Flexibilität im Hinblick auf die Zugehörigkeit zur und die Neuaufnahme in die Blaue Liste geschaffen" werden (Wissenschaftsrat 1993a: 473). Zugleich sind von ihm organisatorische Maßnahmen, wie die Einrichtung einer eigenen Geschäftsstelle, regelmäßige externe Evaluationen sowie eine thematische Strukturierung nach wenigen Sektionen angeregt worden. Diese Anregungen sind überwiegend aufgegriffen worden; so hat sich 1995 die "Wissenschaftsgemeinschaft Blaue Liste" (WBL) mit einer permanenten Geschäftsstelle konstituiert. Vorgesehen ist zudem, die WBL-Institute in die folgenden fünf Sektionen zu gliedern (BMBF 1996d: 457):

- Geisteswissenschaften und Bildungsforschung
- Wirtschafts-, Sozial- und Raumwissenschaften
- Lebenswissenschaften

⁷⁵ Diese Institute werden in der Regel jeweils zur Hälfte von Bund und Ländern gefördert.

- Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften
- Umweltwissenschaften

Die Einrichtung einer eigenen Sektion für Umweltwissenschaften innerhalb der WBL ist als Schritt zu einer stärkeren thematischen Konzentration zu begrüßen, ist aber andererseits nicht geeignet, die geschilderten Strukturprobleme des Förderinstrumentes zu beheben. Außerdem stellen die Umweltwissenschaften auch bei großzügiger Auslegung keinen starken Schwerpunkt der Blauen-Liste Institute dar; zudem sind die Aufgaben der einzelnen umweltbezogenen Institute z.T. sehr heterogen.

Aus diesem Grund sollte darüber hinaus ein zusätzliches Förderinstrument zur Sicherung und zum Ausbau des interdisziplinären und problembezogenen Forschungspotentials für eine nachhaltige Entwicklung geschaffen werden. Dabei kann auf frühere Überlegungen zur Einrichtung einer "Grünen Liste" ökologisch orientierter Forschungsinstitute zurückgegriffen werden (vgl. Jahn/Wehling 1992). Ein solches Instrument sollte auch dazu dienen, das innovative Potential der unabhängigen ökologisch und sozial-ökologisch orientierten Forschungsinstitute in der Bundesrepublik zu sichern und weiterzuentwickeln. Zugleich erfüllen diese Institute wichtige Aufgaben der wechselseitigen Vermittlung von wissenschaftlichen Ansätzen, gesellschaftlichen Bedürfnis- und Problemlagen sowie politischen Handlungsmöglichkeiten. Bei einer öffentlichen Förderung müssen die Strukturschwächen der Blauen Liste aber von vorneherein vermieden werden: Zum einen sollte die öffentliche Grundförderung einen bestimmten Prozentsatz am Etat der nach einer wissenschaftlichen Begutachtung aufzunehmenden Institute nicht überschreiten. Zum anderen sollte die Förderung jeweils nur auf Zeit (z.B. fünf Jahre) erfolgen und abhängig vom Ergebnis einer externen Evaluation entweder fortgesetzt oder beendet werden (zu Details einer möglichen Ausgestaltung vgl. Jahn/Wehling 1992: 35f.).

Nachhaltige Entwicklung als gesellschaftlicher Prozeß erfordert einen engen Austausch zwischen Wissenschaft, Gesellschaft, Politik und Wirtschaft über grundlegende Ziele, Prioritäten und Entwicklungspfade von Forschung und Technologie. Für die Vermittlung und Übersetzung des Wissens zwischen diesen Bereichen sind eigenständige "Hybrid-Einrichtungen" zu schaffen, die bisher in der bundesdeutschen Forschungslandschaft kaum existieren. Wichtige Aufgaben wären hier 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.

Zwar existieren auch bisher schon in der Bundesrepublik eine Reihe von Institutionen, die solche Funktionen wahrnehmen; an erster Stelle sind z. B. zu nennen die Enquête-Kommissionen des Deutschen Bundestages, die wichtige Arbeit bei der Konkretisierung des Leitbilds "nachhaltige Entwicklung" geleistet haben, sowie das Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag. Auch die wissenschaftlichen Beiräte der Bundesregierung wie der Sachverständigenrat für Umweltfragen oder der Wissenschaftliche Beirat Globale Umweltveränderungen übernehmen zum Teil solche Vermittlungsleistungen. Solche institutionellen Ansätze müssen aber erweitert und ausgebaut werden. Überlegenswert erscheint die Gründung einiger modellhafter Institute, die nach dem Vorbild der US-amerikanischen "Policy Research Centers" (vgl. Becker 1993) oder "Centers for Environmental Decision-Making" (Interview Kruse) aufgebaut sein könnten.

Nicht zuletzt erweisen sich die bisherigen Institutionalisierungen des Technologietransfers zwischen Wissenschaft und Wirtschaft für die Aufgaben einer nachhaltigen

Entwicklung als zu eng. Die Aufgabe eines umfassenden wechselseitigen Wissenstransfers zwischen Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft erfordert auch konzeptionell neue Ansätze und ist keinesfalls auf "Umweltbildung" zu reduzieren. Diese Aufgabe könnte künftig z.B. im Rahmen von regionalen Nachhaltigkeitsagenturen übernommen werden, deren Ziel der Austausch und die Diffusion von Wissen und Technologien für eine nachhaltige Wirtschafts- und Lebensweise ist.

Literatur

- AGF (Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen) (1993): Großforschung in der Bundesrepublik Deutschland, 4. Aufl. Bonn
- Arthur D. Little International Inc. (1993): Studie zur Evaluierung des Programms Materialforschung. Bericht an den Bundesminister für Forschung und Technologie. Wiesbaden
- Atmatzidis, E./Behrendt, S./Helm, C./Knoll, M./Kreibich, R./Nolte, R. (1995): Das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung in der wissenschaftlichen und politischen Diskussion. UBA-Texte 43/95, Berlin
- Baumer, D. (1994): Notiz zum Programm Materialforschung. In: Ahrweiler, G./Döge, P./Rilling, R. (Hg.): Memorandum Forschungs- und Technologiepolitik 1994/95. Marburg
- BDI (1996): Bundesverband der deutschen Industrie, Abteilung II/1: Leitbilder, Leitprojekte, Innovationsprojekte. Positionspapier zur Neuorientierung der direkten Forschungsförderung (Entwurf). Köln
- Bechmann, G./Beck, S./Frederichs, G./Kopfmüller, J./Kring, B.-J./Sardemann, G. (1995): Sozialwissenschaftliche Konzepte einer interdisziplinären Klimawirkungsforschung. Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS). Karlsruhe
- Becker, E. (1993): Stellungnahme bei der öffentlichen Anhörung der SPD-Bundestagsfraktion zu "Aufgaben und Perspektiven der Umweltforschung in Deutschland" am 21.6.1993. In: Dokumentation: Umweltforschung in Deutschland - Aufgaben und Perspektiven (Hg.: SPD-Bundestagsfraktion, Arbeitsgruppe Forschung und Technologie). Bonn
- Becker, E./Wehling, P. (1993): Risiko Wissenschaft. Ökologische Perspektiven in Wissenschaft und Hochschule. Frankfurt, New York
- BMBF (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie) (1995a): Neue Materialien für Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts (MaTech). Bonn
- BMBF (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie) (1995b): Ökologische Forschung in der Stromlandschaft Elbe (Elbe-Ökologie). Forschungskonzeption. Bonn
- BMBF (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie) (1995c): 88mal Zukunft - ein Jahr BMBF. Bonn
- BMBF (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie) (1995d): Rahmenkonzept "Produktion 2000" 1995-1999. Strategien für die industrielle Produktion im 21. Jahrhundert. Bonn
- BMBF (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie) (1995e): Ökosystemforschung. Berichte aus der ökologischen Forschung. Bonn
- BMBF (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie) (1995f): Nachhaltiges Wirtschaften. Vorschlag zu einer forschungspolitischen Initiative für Innovation durch Umweltvorsorge. (Entwurf). Bonn
- BMBF (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie) (1996a): Delphi-Bericht 1995 zur Entwicklung von Wissenschaft und Technik (Mini-Delphi). Bonn
- BMBF (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie) (1996b): Ökologische Konzeptionen für Agrarlandschaften (Rahmenkonzept). Bonn
- BMBF (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie) (1996c): Förderungskatalog 1994. Bonn

- BMBF (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie) (1996d): Bundesbericht Forschung 1996. Bonn
- BMBF (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie) (1996e): Förderschwerpunkt "Konzepte für nachhaltiges Wirtschaften" (Entwurf). Bonn
- BMBF (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie) (1996f): Pressemitteilung des BMBF vom 22.5.1996 ("Bundeskabinett verabschiedet Energieforschungsprogramm"). Bonn
- BMFT (Bundesministerium für Forschung und Technologie) (1985): Programm Materialforschung. Bonn
- BMFT (Bundesministerium für Forschung und Technologie) (1988): Materialforschung. Programm und Zwischenbilanz 1988. Bonn
- BMFT (Bundesministerium für Forschung und Technologie) (1990): Umweltforschung und Umwelttechnologie. Programm 1989 bis 1994. Bonn
- BMFT (Bundesministerium für Forschung und Technologie) (1991): Rahmenkonzept Ökologische Forschung in Stadtregionen und Industrielandschaften (Stadtökologie). Bonn.
- BMFT (Bundesministerium für Forschung und Technologie) (1993): Deutscher Delphi-Bericht zur Entwicklung von Wissenschaft und Technik. Bonn
- BMFT (Bundesministerium für Forschung und Technologie) (1994a): Produktionsintegrierter Umweltschutz. Vermeidung von Umweltbelastungen aus der industriellen Produktion. Bonn
- BMFT (Bundesministerium für Forschung und Technologie) (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 Bundesministeriums für Verkehr. Bonn
- BMWFK (Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst) (1995): Forschungsschwerpunkt Kulturlandschaftsforschung. Forschungskonzept 1995. Wien
- Bracher, T. (1995): Potentiale des Fahrradverkehrs. In: Apel, D./Holzapfel, H./Kiepe, F./Lehmbrock, M./Müller, P. (Hg.): Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung (9/93). Bonn
- Braidotti, R./Charkiewicz, E./Häusler, S./Wieringa, S. (1994): Women, the Environment and Sustainable Development. London, New Jersey
- Bremer, F.J./Preusser, S. (1995): Studie zur Wirkung der direkten Projektförderung im Programm Materialforschung des BMBF. Projektträger Material- und Rohstoffforschung PLR. Forschungszentrum Jülich
- Brennecke, J. (1995): Alltagsmobilität Wiesbadener Frauen. In: Apel, D./Holzapfel, H./Kiepe, F./Lehmbrock, M./Müller, P. (Hg.): Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung (6/94). Bonn
- Bundesregierung (1995): Antwort der Bundesregierung auf die Große Anfrage der SPD-Fraktion "Forschungspolitik für eine zukunftsverträgliche Gestaltung der Industriegesellschaft". Bundestags-Drs. 13/1389
- Carnegie Commission on Science, Technology and Government (1992): Enabling the Future. Linking Science and Technology to Societal Goals. New York
- Coenen, R./Klein-Vielhauer, S./Meyer, R. (1995): TA-Projekt "Umwelttechnik und wirtschaftliche Entwicklung". Endbericht des TAB (Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag). Bonn
- DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft) (1995): Jahresbericht 1994. Bonn

- Enquête-Kommission "Schutz der Erdatmosphäre" des Deutschen Bundestages (Hg.) (1994): Mobilität und Klima. Wege zu einer klimaverträglichen Verkehrspolitik. Bonn
- Enquête-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" des Deutschen Bundestages (Hg.) (1994): Die Industriegesellschaft gestalten. Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen. Bonn
- Felt, U./Nowotny, H./Taschwer, K. (1995): Wissenschaftsforschung. Frankfurt, New York
- Forschungsverbund City:mobil (1995): Stadtverträgliche Mobilität. Zwischenbericht über die Forschungsarbeiten 1995. Berlin u.a.
- Gibbons, M. et al. (1994): The New Production of Knowledge. The Dynamics of Science and Research. London
- Gill, B. (1994a): Folgenerkenntnis. Science Assessment als Selbstreflexion der Wissenschaft. *Soziale Welt*, 45. Jg.
- Gill, B. (1994b): Wissenschafts- und Technikfolgenabschätzung kritisch wenden! In: Ahrweiler, G./Döge, P./Rilling, R. (Hg.): Memorandum Forschungs- und Technologiepolitik 1994/95. Marburg
- Glottz, P. (1996): Im Kern verrottet? Fünf vor zwölf an Deutschlands Universitäten. Stuttgart
- Grande E./Häusler, J. (1994): Industrieforschung und Forschungspolitik. Frankfurt, New York
- Harcourt, W. (ed.) (1994): Feminist Perspectives on Sustainable Development. London, New Jersey
- Hautzinger H./Pfeiffer, M./Becker-Tassaux, B. (1994): Mobilität. Institut für angewandte Verkehrs- und Tourismusforschung e.V., Heilbronn
- Hesse, M. (1993): Verkehrswende. Marburg
- Hohn, H.-W./Schimank, U. (1990): Konflikte und Gleichgewichte im Forschungssystem. Akteurskonstellationen und Entwicklungspfade in der staatlich finanzierten außeruniversitären Forschung. Frankfurt, New York
- Holz-Rau, Chr.(1995): Konzepte zur Verkehrsvermeidung. In: Apel, D./Holzapfel, H./Kiepe, F./Lehmbrock, M./Müller, P. (Hg.): Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung (9/95). Bonn
- ISOE (Institut für sozial-ökologische Forschung) (1994): Umweltforschung - zwischen Reparaturtechnik und nachhaltiger Entwicklung. In: Ahrweiler, G./P. Döge/R. Rilling (Hg.): Memorandum Forschungs- und Technologiepolitik 1994/95. Marburg
- Jänicke, M./Binder, M. (1994): Umweltschutz durch integrierte Technik und Strukturwandel. Kurzgutachten im Auftrag des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB). Berlin
- Jahn, Th. (1990): Das Problemverständnis sozial-ökologischer Forschung. In: E. Becker (Hg.): Jahrbuch für sozial-ökologische Forschung 1. Frankfurt a.M.
- Jahn, Th./Wehling, P. (1992): Möglichkeiten und Ziele einer Förderung der sozial-ökologischen Zukunftsforschung. Gutachten im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministeriums. Hannover
- Jahn, Th./Wehling, P. (1995): Sozial-ökologische Zukunftsforschung. Skizze für eine neue Perspektive der Umweltforschung. In: *Politische Ökologie*, Sonderheft 7
- Klenke, D. (1994): "Freier Stau für freie Bürger." Die Geschichte der bundesdeutschen Verkehrspolitik. Darmstadt
- König, R. (1993): Informatisierung des Verkehrs. In: *Wechselwirkung*, Nr. 63, 15. Jg.

- Kuckartz, U. (1995): Umweltwissen, Umweltbewußtsein, Umweltverhalten. Der Stand der Umweltbewußtseinsforschung. In: de Haan, G. (Hg.): Umweltbewußtsein und Massenmedien. Perspektiven ökologischer Kommunikation. Dresden
- Kuhlmann, S. /Holland, D. (1995): Evaluation von Technologiepolitik in Deutschland. Konzepte, Anwendungen, Perspektiven. Heidelberg
- Lutz, B. (1995): Einleitung. In: Lutz, B./Hartmann, M./Hirsch-Kreinsen, H. (Hg.) 1995): Produzieren im 21. Jahrhundert. Herausforderungen für die deutsche Industrie. Ergebnisse des Expertenkreises "Zukunftsstrategien" Band I. München
- Rat für Forschung, Technologie und Innovation (1995): Informationsgesellschaft. Chancen, Innovationen und Herausforderungen. Bonn
- Schimank, U. (1991): Etatistische Praxis und Adressatenmodell. Institutionelle Determinanten staatlicher Forschungsförderung. In: *Forum Wissenschaft*, H.1/91
- Schultz, I. (1995): Frauenwege - Männerwege. In: *Stadtwege*. Zeitschrift des Forschungsverbundes City:mobil, H. 1/95
- Schultz, I./ Weiland, M. (1991): Frauen und Müll. Frauen als Handelnde in der kommunalen Abfallwirtschaft. Sozial-ökologische Arbeitspapiere 40 Frankfurt a.M.
- Schultz, I./Weller, I. (Hg.) (1995): Gender & Environment. Ökologie und die Gestaltungsmacht der Frauen. Frankfurt a.M.
- Socher, M./Rieken, Th./Baumer, D. (1995): TA-Projekt "Neue Werkstoffe". Endbericht. TAB-Arbeitsbericht Nr. 32. Bonn
- Spehl, H./Tischer, M. (1994): Regionale Ansätze und Projekte nachhaltiger Entwicklung. NARET-Diskussionspapier, Nr. 4. Trier
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (1994): Umweltgutachten 1994. Für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung. Stuttgart
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (1996): Kurzfassung des Umweltgutachtens 1996. Wiesbaden
- Summerer, S. (1996): Den gewohnten Rahmen verschieben. In: *Politische Ökologie*, 14. Jg., Nr. 46 (Mai/Juni 1996)
- Umweltbundesamt (1995): Jahresbericht 1994. Berlin
- Weingart, P. (1995): Prospektion und strategische Planung. Konzepte einer neuen gesellschaftsorientierten Wissenschaftspolitik. In: *Wirtschaft & Wissenschaft*, Heft 3/1995
- Weller, I. (1995): Forschungs- und Diskussionsstand zu "Gender & Environment". In: Schultz, I./Weller, I. (Hg.): Gender & Environment. Frankfurt/Main
- Welsch, J./Schneider, R. (1995): Technik gestalten - Zukunft gewinnen. Köln
- Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesminister für Verkehr (1992): Gruppe B Verkehrstechnik: Wirkungsanalysen im Hinblick auf CO2-Emissionen im Verkehr. Gruppe A Verkehrswirtschaft: Marktwirtschaftliche Instrumente zur Reduktion von Luftschadstoffemissionen des Verkehrs. *Zeitschrift für Verkehrswissenschaft*, 63. Jg.
- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) (1994): Welt im Wandel: Grundstruktur globaler Mensch-Umwelt-Beziehungen. Jahresgutachten 1993. Bremerhaven
- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) (1994): Welt im Wandel: Die Gefährdung der Böden. Jahresgutachten 1994. Bremerhaven
- Wissenschaftsrat (1991): Empfehlungen zur Zusammenarbeit von Großforschungseinrichtungen und Hochschulen. Berlin
- Wissenschaftsrat (1993a): Empfehlungen zur Neuordnung der Blauen Liste. In: Empfehlungen und Stellungnahmen 1993. Köln

- Wissenschaftsrat (1993b): Empfehlung zur Förderung materialwissenschaftlicher Forschung und Lehre an den Hochschulen. In: Empfehlungen und Stellungnahmen 1993. Köln
- Wissenschaftsrat (1994a): Stellungnahme zur Umweltforschung in Deutschland, Bd. 1. Köln
- Wissenschaftsrat (1994b): Empfehlungen zu einer Prospektion für die Forschung. Köln
- Wissenschaftsrat (1996). Stellungnahme zur außeruniversitären Materialwissenschaft. Berlin

Liste der GesprächspartnerInnen:

Prof. Dr. Kurt Findeisen, Dr. Heinrich Höfer, Dr. Karl-Ulrich Voss (Bundesverband der Deutschen Industrie, Abteilung Umweltpolitik bzw. Technologie- und Innovationspolitik)

Dr. Johannes Karte (Deutsche Forschungsgemeinschaft, Koordination Umweltforschung)

Prof. Dr. Lenelis Kruse (Fernuniversität Hagen; Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltveränderungen; Wissenschaftsrat)

Anneliese Looß, Dr. Stefan Summerer (Umweltbundesamt)

Dr. Matthes (BMBF, Referat 611: Grundsatz- und Querschnittsfragen der Mobilität)

Prof. Dr. Marianne Rodenstein (Universität Frankfurt am Main; Soziologie, Frauenforschung)

H. Schulz (BMBF, Referat 421: Ökologische Forschung; Grundsatzfragen der Umweltforschung)

Anhang

Umweltforschungsprogramm der Bundesregierung

- Beiträge für eine dauerhaft zukunftsgerechte Entwicklung -

(Gliederungsentwurf, Stand: 04.03.1996)

1. Bisherige Entwicklung der Umweltforschung

2. Aufgaben für die Zukunft

2.1 Forschung für eine nachhaltige Entwicklung

2.2 Prioritäre Forschungsaufgaben

- 2.2.1 Beiträge zur Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen
- 2.2.2 Konzepte für nachhaltiges Wirtschaften
- 2.2.3 Rahmenbedingungen für umweltverträgliches Handeln

3. Forschungsschwerpunkte

3.1 Nachhaltige Entwicklung globaler Umweltsysteme

- 3.1.1 Forschung zum globalen Wandel
 - 3.1.1.1 Kernprobleme des globalen Wandels
 - 3.1.1.2 Dynamik und Wechselwirkungen des globalen Wandels
 - 3.1.1.3 Integrative Untersuchungen an Modellsystemen
- 3.1.2 Erforschung der globalen Umweltsysteme
 - 3.1.2.1 Probleme und Aufgaben
 - 3.1.2.2 Forschung zur Stabilisierung des Weltklimas
 - 3.1.2.3 Vermeidung des Abbaus der Ozonschicht und erhöhter UV-Strahlung
 - 3.1.2.4 Wirkungen von Luftschadstoffen in der Troposphäre
 - 3.1.2.5 Schutz der Meere und der Polregionen

3.2 Nachhaltige Entwicklung regionaler Umweltsysteme

- 3.2.1 Probleme und Aufgaben
- 3.2.2 Konzepte für eine nachhaltige Landnutzung
 - 3.2.2.1 Leitbilder, Umweltqualitätsziele und Bewertungsinstrumente
 - 3.2.2.2 Waldlandschaften
 - 3.2.2.3 Agrarlandschaften
 - 3.2.2.4 Fluß- und Seenlandschaften
 - 3.2.2.5 Urban-industrielle Landschaften
- 3.2.3 Integrierte Naturschutzforschung
- 3.2.4 Ökosystemforschung
- 3.2.5 Wirkungen von Chemikalien auf Ökosysteme (Ökotoxikologie)
- 3.2.6 Wirkungen von Organismen auf Ökosysteme

3.3 Nachhaltiges Wirtschaften

- 3.3.1 Probleme und Aufgaben
- 3.3.2 Produkt- und produktionsorientierter Umweltschutz (PIUS)
 - 3.3.2.1 Ziele, Aufgaben, Rahmenbedingungen zu PIUS
 - 3.3.2.2 Umweltgerechte Produktionsprozesse und Verfahren
 - 3.3.2.3 Umweltverträgliche Produkte
 - 3.3.2.4 Produzieren in Kreisläufen
- 3.3.3 Weiterentwicklung der Umwelttechnik
 - 3.3.3.1 Sauberes Wasser durch technische Maßnahmen
 - 3.3.3.2 Stoffstromorientierte Abfallbewirtschaftung
 - 3.3.3.3 Altlastensanierung und Beseitigung von Bodenverunreinigungen
 - 3.3.3.4 Luftreinhalte-technik bei stationären Quellen
 - 3.3.3.5 Techniken zur Lärminderung
 - 3.3.3.6 Sicherheitforschung und -technik, Störfall- und Risikomanagement
- 3.3.4 Konzepte für umwelt- und sozialverträgliches Wirtschaften
 - 3.3.4.1 Ausgangslage
 - 3.3.4.2 Forschungsstrategie
 - 3.3.4.2 Leitthemen für die Forschung

3.4 Mensch und Umwelt

- 3.4.1 Problemlage und Aufgaben
- 3.4.2 Umwelt und Gesundheit
- 3.4.3 Forschung zur Umweltbildung
 - 3.4.3.1 Grundprinzipien des neuen Ansatzes
 - 3.4.3.2 Forschungsschwerpunkte
 - 3.4.3.3 Berufliche Umweltbildung
 - 3.4.3.4 Transfer von Umweltwissen
 - 3.4.3.5 Wettbewerbe und Preise

3.5 Weiterentwicklung der politischen Instrumente zur Verwirklichung einer nachhaltigen Entwicklung

- 3.5.1 Datengrundlage für umweltpolitische Entscheidungen
 - 3.5.1.1 Erschließung von Datenbeständen, Umweltinformationssysteme
 - 3.5.1.2 Ökologische Umweltbeobachtung
 - 3.5.1.3 Umweltprobenbank des Bundes
 - 3.5.1.4 Fernerkundung für Umweltzwecke
 - 3.5.1.5 Indikatorensysteme
 - 3.5.1.6 Umweltökonomische Gesamtrechnung
 - 3.5.1.7 Ökobilanzen
- 3.5.2 Instrumente zur Umsetzung des Nachhaltigkeitskonzepts
 - 3.5.2.1 Ordnungsrecht
 - 3.5.2.2 Raumbezogene Planungen
 - 3.5.2.3 Ökonomische Instrumente
 - 3.5.2.4 Forschungsbedarf bei ökonomischen Instrumenten

4. Programmdurchführung

(Förderinstrumente, Koordinierung der Zusammenarbeit zwischen den Ressorts, mit den Ländern der EU)

5. Förderung von und Zusammenarbeit mit Fördereinrichtungen

(DFG, MPG, FhG, DBU und andere Stiftungen)

6. Internationale Zusammenarbeit in der Umweltforschung

6.1 Internationale wissenschaftliche Programme zu globalen Umweltproblemen

6.2 Internationale staatliche Organisationen und Programme

6.3 Internationale Wissenschaftsorganisationen

6.4 Globale Beobachtungsprogramme

6.5 Bilaterale Kooperation

6.6 Multilaterale Kooperation

Anhang: Ansprechpartner, Förderkonzepte, Leistungspläne, Programmbudgets