

Wissenschaftsrat

Stellungnahme zur Umweltforschung
in Deutschland

– Band I –

1994

Herausgegeben vom Wissenschaftsrat
Brohler Straße 11, D-50968 Köln
ISBN 3-923203-54-3

Inhalt

BAND I

	Seite
Vorbemerkung	7
Institutionen der außeruniversitären Umweltforschung in Deutschland (Übersichtskarte)	11
KURZFASSUNG: ALLGEMEINE BEFUNDE UND EMPFEHLUNGEN	17
Einleitung	18
A. Inhaltliche Aspekte der Umweltforschung	19
I. Definition und historischer Rückblick	19
II. Boden-, Ökosystem- und Waldschadensforschung	20
III. Ökotoxikologie	22
IV. Wasser	22
V. Luft und Atmosphäre	23
VI. Meere und Polargebiete	24
VII. Naturschutz und Landschaftspflege	25
VIII. Humanwissenschaftliche Umweltforschung	27
IX. Umweltmedizin	28
X. Umwelt und Technik	30
XI. Deutsche Umweltforschung für außereuropäische Regionen	32
B. Strukturelle Aspekte der Umweltforschung und ihrer Förderung	33
I. Umfang der Förderung der Umweltforschung und ihre Finanzierung	33
II. Umweltforschung an den Universitäten und Fachhochschulen	34
III. Umweltforschung an außeruniversitären Instituten und Service-Einrichtungen	35
IV. Zusammenfassende Empfehlungen zur institutionellen Struktur der Umweltforschung	39
V. Empfehlungen zur Drittmittelförderung	40
VI. Internationale Umweltforschungsprogramme und internationale Kooperation der deutschen Umweltforschung	41
VII. Empfehlungen zur umweltbezogenen Lehre	42
TEIL A. INHALTLICHE ASPEKTE DER UMWELTFORSCHUNG	45
I. Umwelt als Forschungsgegenstand	47
II. Aufgabenfelder der Umweltforschung in Deutschland – Beschreibung und übergreifende Bewertung	50

1. Boden	50
2. Wald	54
3. Ökosysteme	57
4. Ökotoxikologie	60
5. Wasser	62
6. Luft und Atmosphäre	71
7. Meere und Polargebiete	78
8. Naturschutz und Landschaftspflege	88
9. Umweltbewußtsein und -verhalten	94
10. Umwelt und Gesundheit	106
11. Umwelt und Technik	117
12. Beiträge der deutschen Umweltforschung für außereuropäische Regionen	124
TEIL B. STRUKTURELLE ASPEKTE DER UMWELTFORSCHUNG UND IHRER FÖRDERUNG	135
I. Umfang der Förderung der Umweltforschung und ihre Finanzierung	137
II. Zur Umweltforschung in den einzelnen Sektoren der Forschungslandschaft	144
1. Einleitung	144
2. Universitäten	145
3. Fachhochschulen	155
4. Großforschungseinrichtungen	156
5. Institute der Blauen Liste, Fraunhofer-Gesell- schaft und Max-Planck-Gesellschaft	160
6. Ressorteinrichtungen	163
7. Serviceeinrichtungen	179
III. Empfehlungen zur institutionellen Struktur der Umweltforschung	182
IV. Empfehlungen zur Förderung der Umweltfor- schung über Drittmittel	184
1. Zur Drittmittelförderung des BMFT	184
2. Zur Drittmittelförderung der DFG	188
3. Zur Drittmittelförderung an außeruniversitä- ren Instituten	192
V. Internationale Umweltforschungsprogramme und internationale Kooperation der deutschen Umwelt- forschung	193
VI. Empfehlungen zur umweltbezogenen Lehre	200
Anhang 1: Übersichten über umweltbezogene Studiengänge	207
Anhang 2: Verzeichnis der Abkürzungen	229
Mitglieder des Wissenschaftsrates	239
Geschäftsstelle	249
Veröffentlichungen des Wissenschaftsrates	251

Inhalt

BAND II

TEIL C. UMWELTFORSCHUNG IN DEN REGIONEN DEUTSCHLANDS

I. Schleswig-Holstein und Hamburg	7
II. Bremen und Niedersachsen	95
III. Nordrhein-Westfalen	209
IV. Hessen	281
V. Rheinland-Pfalz und Saarland	327
VI. Baden-Württemberg	353
VII. Bayern	421
VIII. Berlin	501
IX. Neue Länder	547
Verzeichnis der Abkürzungen	579

Vorbemerkung

Bund und Länder baten im Jahre 1991 den Wissenschaftsrat um eine Bestandsaufnahme der Leistungsfähigkeit der deutschen Umweltforschung und um eine Stellungnahme zur künftigen Förderung und Organisation der Umweltforschung in den Hochschulen und außeruniversitären Instituten.

Diese Querschnittsstudie basiert auf Präsentationen ausgewählter Ergebnisse und Projekte der Umweltforschung, die bereitwillig von Wissenschaftlern aus Universitäten, Großforschungseinrichtungen, Instituten der Max-Planck-Gesellschaft, der Fraunhofer-Gesellschaft und der Blauen Liste sowie aus Forschungsanstalten von Bund und Ländern anlässlich einer großen Zahl von Ortsterminen den Mitgliedern der Arbeitsgruppe Umweltforschung dargeboten wurden. Dabei blieb es den Einrichtungen weitgehend überlassen, den Rahmen der Umweltforschung selbst zu bestimmen. Es ist das erste Mal in Deutschland, daß ein solcher Statusbericht zum Stand eines großen Forschungsgebietes quer über alle öffentlichen Forschungsinstitutionen angelegt ist und nicht an den Grenzen der verschiedenen Sektoren der Forschungslandschaft haltmacht. Nur die privatwirtschaftlich betriebene Forschung mußte unberücksichtigt bleiben. Nicht einfach war es schließlich, das Feld der Umweltforschung klar zu umreißen.

Die Analyse der gewollten und ungewollten Wechselwirkungen zwischen Mensch und Umwelt fußt auf der Erforschung der Funktionen und der Variabilität natürlicher Systeme. Die funktionale und systemare Umweltforschung muß auch nach dem normalen Funktionieren von Ökosystemen fragen, in denen und mit denen der Mensch lebt. Die an kleinen, einfachen Systemen oder Systemteilen gewonnenen Erkenntnisse sollten in die Behandlung großer ökosystemarer Zusammenhänge bis hin zu den globalen Veränderungen in den bio-geochemischen Kreisläufen und im Klima einmünden.

Umweltforschung ist keine wissenschaftliche Disziplin im herkömmlichen Sinne. Die Umwelt muß von verschiedenen Disziplinen unter spezifischen Gesichtswinkeln erforscht werden, d.h. Umweltforschung bedarf einerseits der disziplinären Einzelforschung. Andererseits kann die Umwelt in ihrer Komplexität nur in einem interdisziplinären Vorgehen erfaßt werden, vor allem wenn über die Diagnose des Umweltzustandes hinaus die wissenschaftlichen Grundlagen für einen schonenden Umgang des Menschen mit der Umwelt erarbeitet werden sollen.

Werte, Einstellungen und Verhaltensweisen von Individuen, sozialen Gruppen und Gesellschaften bestimmen die Beziehungen zwischen Mensch und Umwelt. Deshalb darf sich die Umweltforschung nicht in naturwissenschaftlich-technischen Untersuchungen erschöpfen. Humanwissenschaftliche Forschungsaktivitäten, die das Verhältnis zwischen Gesellschaft und Umwelt untersuchen, sind zentrale, bislang allerdings noch wenig entwickelte Bestandteile der Umweltforschung.

Die umweltrelevanten Beiträge der Humanwissenschaften hatten in den Präsentationen der Universitäten, in denen das größte Potential für die humanwissenschaftliche Forschung vorhanden ist, einen insgesamt geringen Stellenwert. Da die Universitäten trotz gezielter Nachfrage zurückhaltend waren, Aktivitäten dieser Fächer als „Umweltforschung“ vorzustellen und selbst Fächer wie Ethnologie oder Kultur-Anthropologie meist nicht im Bezug zur Umweltforschung gesehen und entsprechend vorgestellt wurden, bleibt der Überblick über den Stand der humanwissenschaftlichen Umweltforschung unvollständig.

Das Übergewicht der Natur- und Ingenieurwissenschaften in den Präsentationen prägt auch manche der hier erörterten Vorstellungen über Möglichkeiten und Notwendigkeiten zur Überwindung disziplinärer Schranken. Unübersehbar ist das Defizit der deutschen Umweltforschung, daß der Dialog sowohl innerhalb der verschiedenen Felder der Natur-, Ingenieur- und Humanwissenschaften, vor allem aber zwischen diesen großen Wissenschaftsbereichen unterentwickelt ist, was die Leistungen der Umweltforschung insbesondere bei der Konzeption und Umsetzung von Umweltschutzstrategien und -maßnahmen beeinträchtigt.

Jede Bewertung der deutschen Umweltforschung als Ganzes oder in ihren Teilen kann nicht nach abstrakten Maßstäben erfolgen, sondern muß von der Entwicklung dieser Forschungsaktivitäten in der pluralistischen und letztlich nicht „von oben“ gesteuerten Forschungslandschaft ausgehen. Dabei spielt auch heute die freie Initiative des Forschers die entscheidende Rolle. Eine wesentliche Aufgabe der staatlichen Förderung der Umweltforschung in Deutschland muß es sein, diesen Initiativen einerseits den erforderlichen Handlungsspielraum zu geben und sie andererseits zur gemeinsamen wissenschaftlichen Bewältigung des komplexen Themas Umwelt anzuregen.

Entsprechend dem Auftrag standen bei der Bestandsaufnahme und Bewertung der Umweltforschung die außeruniversitären Forschungseinrichtungen vielfach im Vordergrund. Demgegenüber sollten die Besuche in den Hochschulen dazu dienen, den Überblick über das vorhandene Forschungspotential abzurufen und die Frage zu erörtern, wie die Leistungsfähigkeit der Umweltforschung in den Hochschulen verbessert und ihr Stellenwert in Forschung und Lehre gestärkt werden kann.

Der Wissenschaftsrat befaßt sich in dieser Studie primär mit der Umweltforschung in den alten Ländern, da die Forschungseinrichtungen und Hochschulen der neuen Länder in den Jahren 1992 und 1993 noch mitten in der Umstrukturierung standen und es daher für wertende Stellungnahmen zu früh war. Die Besuche in ausgewählten Einrichtungen der neuen Länder im Jahre 1993 dienten daher vor allem der Information über den Stand des Aufbaus der Umweltforschung in den neuen Strukturen. Die Ausführungen im Kapitel C.IX. sind entsprechend knapp ausgefallen und konzentrieren sich neben Hinweisen zur Ver-

netzung mit Einrichtungen in den alten Ländern vor allem auf die größeren, gemeinsam von Bund und Ländern getragenen außeruniversitären Umweltforschungsinstitute. Die Auflistung der in der Umweltforschung tätigen Einrichtungen in den neuen Ländern stellt deshalb nur eine Auswahl dar. In den Teilen A und B stehen ebenfalls die Verhältnisse in den alten Ländern im Vordergrund.

Für die Vorbereitung dieser Stellungnahme hat der Wissenschaftsrat eine Arbeitsgruppe eingerichtet aus Mitgliedern der Wissenschaftlichen Kommission, der Verwaltungskommission und externen Sachverständigen, die – ergänzt um knapp 100 Sachverständige, die von Fall zu Fall an den Besuchen teilgenommen haben – von Januar 1992 bis Mai 1993 in 17 Besuchsfolgen eine große Zahl von Einrichtungen der Umweltforschung besucht hat. Um nicht frühzeitig das Spektrum der Umweltforschung zu verengen, blieb es jeder vom Wissenschaftsrat besuchten Einrichtung überlassen, welche umweltrelevanten Arbeiten präsentiert wurden. Dieses Vorgehen hat zur Konsequenz, daß die Berichte über die Umweltforschung in den einzelnen Einrichtungen unterschiedlich ausführlich ausfallen und keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben können.

Schwierig war die Auswahl der zu besuchenden Einrichtungen in den Grenzbereichen von Umweltforschung und Umwelttechnik. Wegen des ohnehin mehr als 50 Tage umfassenden Besuchsprogramms konnte sich die Arbeitsgruppe nur exemplarisch mit Institutionen bzw. Teilen von Institutionen befassen, in denen die Umweltüberwachung oder -pflege und die Entwicklung der dafür erforderlichen instrumentellen, administrativen und legislativen Voraussetzungen im Vordergrund stehen und die wissenschaftliche Forschung nur eine untergeordnete Rolle spielt. Gleichwohl war es dem Wissenschaftsrat wichtig zu erfahren, wie in den einzelnen Regionen die Beziehung zwischen der Forschung, der Industrie und den Institutionen der Umweltpolitik gestaltet war und wo Handlungsbedarf beim Brückenschlag bestand. Daher hat die Arbeitsgruppe bei nahezu allen Besuchsrounden Gespräche geführt, an denen neben den Forschungseinrichtungen auch Vertreter der Landesregierung und die Leiter der regionalen Umweltbehörden, der Landesämter sowie der Industrie- und Handelskammern teilnahmen.

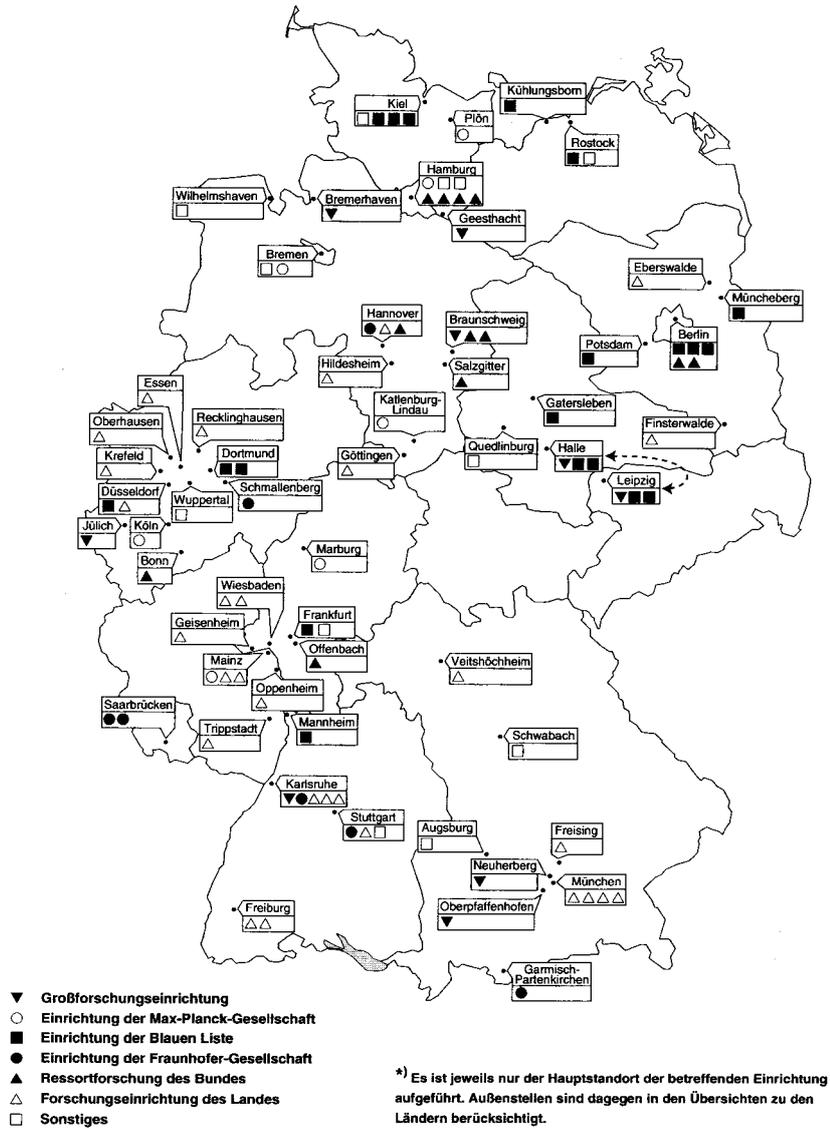
Der Bericht mit seinen Empfehlungen gliedert sich in drei Teile. In Teil A werden die großen Felder der Umweltforschung institutionenübergreifend behandelt. Auf der Basis einer Bestandsaufnahme des jeweiligen Leistungsstandes der deutschen Umweltforschung werden Aussagen zu Defiziten und zur weiteren thematischen Entwicklung gemacht. Teil B beschreibt die Umweltforschung und ihre Entwicklungsprobleme in den einzelnen Sektoren der vielgestaltigen deutschen Hochschul- und Forschungslandschaft. Im Vordergrund stehen generelle Eindrücke, die der Wissenschaftsrat aus den Besuchen in Hochschulen und Forschungsinstituten gewonnen hat. Hieraus werden eine Reihe von strukturellen Empfehlungen zur Organisation und zur Förderung der Umweltforschung und zur Vernetzung der mit Umweltforschung

befassten Arbeitsgruppen abgeleitet. Diese Empfehlungen richten sich an Bund und Länder, an die Forschungsförderer, aber auch an die Institutionen selbst. Teil C ist nach Regionen gegliedert und beschreibt die dem Wissenschaftsrat von den Hochschulen und Forschungsinstituten präsentierten Umweltforschungsaktivitäten und bewertet insbesondere die von Bund und Ländern gemeinsam finanzierten Forschungsinstitute. Eine entsprechend intensive Behandlung der Umweltforschung in den Hochschulen war weder angestrebt, noch wäre sie mit vertretbarem Aufwand möglich gewesen.

Allen Mitgliedern der Arbeitsgruppe sowie den Teilnehmern an den Besuchen vor Ort und an den zusätzlichen Gesprächen zu einzelnen Fachgebieten weiß sich der Wissenschaftsrat zu besonderem Dank verpflichtet. Dank gilt auch den vielen Mitarbeitern der besuchten Einrichtungen, die durch sorgfältige Vorbereitung und umfangreiche schriftliche Materialien die naturgemäß kurzen Besuche effizient gestalteten. Durch eine Sonderfinanzierung des Bundesministers für Forschung und Technologie war es der Geschäftsstelle des Wissenschaftsrates möglich, mehrere zusätzliche Mitarbeiter für die Betreuung der Arbeitsgruppe und die Vorbereitung der Stellungnahme einzusetzen sowie die Reisekosten der Arbeitsgruppe zu tragen.

Die vorliegende Stellungnahme ist nach intensiven Vorbereitungen und ausführlichen Beratungen in der Arbeitsgruppe Umweltforschung in den Kommissionen des Wissenschaftsrates verhandelt und am 20. Mai 1994 von der Vollversammlung verabschiedet worden.

Institutionen der außeruniversitären Umweltforschung in der Bundesrepublik Deutschland *)



Augsburg	Bayerisches Institut für Abfallforschung
Berlin	Wissenschaftszentrum Berlin (BL) Institut für Gewässerökologie und Binnen- fischerei (BL) Institut für Zoo- und Wildtierforschung (BL) Umweltbundesamt Bundesgesundheitsamt
Bonn	Bundesamt für Naturschutz
Braunschweig	Gesellschaft für Biotechnologische Forschung (GFE) Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Bremen	Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie Zentrum für Marine Tropenökologie
Bremerhaven	Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (GFE)
Clausthal-Zellerfeld	Clausthaler Umwelttechnik-Institut
Dortmund	Institut für Arbeitsphysiologie (BL) Institut für Spektrochemie und angewandte Spektroskopie (BL)
Düsseldorf	Medizinisches Institut für Umwelthygiene (BL) Landesamt für Wasser und Abfall
Eberswalde	Forstliche Forschungsanstalt (Mehrländer- einrichtung)
Essen	Landesamt für Immissionsschutz
Finsterwalde	Forschungsanstalt für Bergbaufolgeland- schaften (LA)
Frankfurt/M.	Forschungsinstitut Senckenberg (BL) Institut für sozial-ökologische Forschung GmbH
Freiburg	Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt (LA) Geologisches Landesamt
Freising	Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt (LA)
Garmisch- Partenkirchen	Fraunhofer-Institut für Atmosphärische Um- weltforschung

Gatersleben	Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (BL)
Geesthacht	GKSS-Forschungszentrum Geesthacht (GFE)
Geisenheim	Forschungsanstalt Geisenheim (LA)
Göttingen	Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt
Halle	Institut für Pflanzenbiochemie (BL) Institut für Wirtschaftsforschung (BL)
Hamburg	Max-Planck-Institut für Meteorologie Zentrum für Meeres- und Klimaforschung Deutsches Klimarechenzentrum Biologische Anstalt Helgoland (BA) Bundesforschungsanstalt für Fischerei Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft
Hannover	Fraunhofer-Institut für Toxikologie und Aerosolforschung Bundesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (in Teilen BL)
Hildesheim	Niedersächsisches Landesamt für Wasser und Abfall ¹⁾
Jülich	Forschungszentrum Jülich GmbH (GFE)
Karlsruhe	Kernforschungszentrum Karlsruhe (GFE) Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung Landesamt für Umweltschutz Staatl. landwirtschaftl. Untersuchungs- und Forschungsanstalt Augustenberg
Katlenburg-Lindau	Max-Planck-Institut für Aeronomie

¹⁾ Das Niedersächsische Landesamt für Ökologie ist aus den ehemaligen Landesämtern für Wasser und Abfall sowie für Immissionsschutz und dem Dezernat Naturschutz des Landesverwaltungsamtes hervorgegangen.

Kiel	Institut für Meereskunde an der Universität (BL) Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität (BL) Institut für Weltwirtschaft an der Universität (BL) Forschungszentrum GEOMAR
Köln	Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung
Krefeld	Geologisches Landesamt
Kühlungsborn	Institut für Atmosphärenphysik (BL)
Leipzig	Institut für Troposphärenforschung (BL)
Leipzig-Halle	Umweltforschungszentrum (GFE)
Mainz	Max-Planck-Institut für Chemie Landesamt für Wasserwirtschaft Geologisches Landesamt
Mannheim	Zentrum für Umfragen, Methoden und Ana- lysen (Teil von GESIS, BL)
Marburg	Max-Planck-Institut für Terrestrische Mikro- biologie
Müncheberg	Zentrum für Agrarlandschafts- und Land- nutzungsforschung (BL)
München	Bayerisches Landesamt für Umweltschutz Bayerisches Geologisches Landesamt Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau Bayerisches Landesamt für Wasserforschung
Neuherberg	GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit (GFE)
Oberhausen	Bodenschutzzentrum (LA)
Oberpfaffenhofen	Deutsche Forschungsanstalt für Luft und Raumfahrt (GFE)
Offenbach	Deutscher Wetterdienst (BA)
Oppenheim	Landesamt für Umweltschutz und Gewerbe- aufsicht
Plön	Max-Planck-Institut für Limnologie

Potsdam	Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (BL)
Recklinghausen	Landesamt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung
Rostock	Institut für Ostseeforschung (BL) Institut für Ostseefischerei
Saarbrücken	Fraunhofer-Institut für zerstörungsfreie Prüfverfahren Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik
Salzgitter	Bundesamt für Strahlenschutz
Schmallenberg/ Grafschaft	Fraunhofer-Institut für Umweltchemie und Ökotoxikologie
Schwabach	Forschungs- und Entwicklungszentrum Sondermüll
Stuttgart	Fraunhofer-Institut für Grenzflächen und Bioverfahrenstechnik Landesamt für Pflanzenschutz Akademie für Technikfolgenabschätzung
Trippstadt	Forstliche Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz
Veitshöchheim	Bayerische Landesanstalt für Garten- und Weinbau
Wiesbaden	Hessische Landesanstalt für Umwelt Hessisches Landesamt für Bodenforschung
Wilhelmshaven	Forschungszentrum TERRAMARE e. V.
Wuppertal	Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH

Stellungnahme
zur Umweltforschung in Deutschland

– Kurzfassung –

Kurzfassung

Einleitung

In über zweijähriger Tätigkeit hat der Wissenschaftsrat die hier vorgelegte Bestandsaufnahme der Leistungsfähigkeit der deutschen Umweltforschung in den verschiedenen Sektoren der Forschungslandschaft und Stellungnahme zu ihrer künftigen Weiterentwicklung und staatlichen Förderung erarbeitet. Im Vordergrund standen einerseits die außeruniversitären Institute und deren strukturelle Weiterentwicklung und andererseits die Frage einer besseren Vernetzung der Forschungskapazitäten unter Einbeziehung und Stärkung der Forschung an den Universitäten. Ziel war ferner die Verknüpfung der Aktivitäten der in den alten Ländern bestehenden und der in den neuen Ländern gegründeten Institute und die feste Einbindung der deutschen Umweltforschung in die europäischen Strukturen und die internationalen Programme. In einem umfangreichen Besuchsprogramm in allen Zentren der deutschen Umweltforschung, ergänzt durch reichhaltige schriftliche Unterlagen, hat der Wissenschaftsrat ein umfassendes Bild von der Umweltforschung in Deutschland gewonnen:

Dank intensiver öffentlicher Förderung ist die natur- und ingenieurwissenschaftliche Umweltforschung im letzten Jahrzehnt in allen Sektoren der mannigfaltigen deutschen Forschungslandschaft kräftig ausgebaut worden. Auf den meisten Gebieten hat sie einen hohen wissenschaftlichen Stand, vielfach ist jedoch die interdisziplinäre, ebenso wie die internationale Dimension noch nicht voll entwickelt. Um die fachlichen Defizite (s. Teil A) rasch zu schließen und die in vielen Fachdisziplinen und Instituten vorhandenen Potentiale für eine umfassendere interdisziplinäre Umweltforschung und deren Lehre an den Hochschulen zu nutzen (Teil B), ist in den nächsten Jahren ein weiterer Auf- und Ausbau in allen Regionen (Teil C) erforderlich. Hierzu bedarf es strukturbildender Fördermaßnahmen und Umstrukturierungen, die unter den Bundesressorts und Landesregierungen mehr als bisher abgestimmt werden müssen (Teil B). Die folgende Kurzfassung soll die wesentlichen allgemeinen Befunde und Empfehlungen skizzieren. Für die Aussagen zu den einzelnen Forschungseinrichtungen und Hochschulen sei auf die regional gegliederte Darstellung im Teil C verwiesen.

A. Inhaltliche Aspekte der deutschen Umweltforschung

I. Definition und historischer Rückblick

Jeder Organismus hat seine Umwelt. Der Wissenschaftsrat folgt einer auf den Menschen bezogenen Definition der Umwelt als der Gesamtheit aller Prozesse und Räume, in denen sich die Wechselwirkung zwischen Natur und Zivilisation abspielt. Somit schließt „Umwelt“ alle natürlichen Faktoren ein, welche von Menschen beeinflusst werden und diese beeinflussen. Umweltforschung umfaßt die Beschreibung und Analyse des Zustands der Umwelt, die Analyse ihrer Veränderungen und die Entwicklung von Problemlösungen.

Die in der Umweltforschung aufgeworfenen Fragestellungen machen an den jeweils historisch gewachsenen Grenzziehungen der verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen nicht halt. So ist auch Umweltforschung keine wissenschaftliche Disziplin im herkömmlichen Sinne. Zwar ist die spezialisierte disziplinäre Forschung für Probleme der Umweltforschung unverzichtbar, aber die Bearbeitung vieler Umweltthemen erfordert interdisziplinäre Konzepte und Lösungswege und damit auch die Zusammenarbeit von Wissenschaftlern unterschiedlicher fachlicher Herkunft.

Sie schließt Natur- und Ingenieurwissenschaften, aber ebenso auch Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften sowie die Kultur- und Geisteswissenschaften ein.

In den 60er Jahren wurden Umweltgefährdungen überwiegend als regional begrenzte Einzelprobleme angesehen, deren Erforschung von DFG, Verein Deutscher Ingenieure (VDI) und BMFT gefördert wurde. 1971 richtete die DFG den Senatsausschuß für Umweltforschung (SAUF) ein, 1972 die Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen (AGF) den Koordinierungsausschuß für Umweltforschung. 1971 wurde das erste Umweltprogramm der Bundesregierung verabschiedet und ein Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) eingerichtet.

Nach der sich in der Studie des Club of Rome (1972) manifestierenden Besorgnis um die Erschöpfung der natürlichen Ressourcen und den beiden Energiekrisen von 1974 und 1979 standen bis Mitte der 80er Jahre Gewinnung, Sicherung und Schonung knapper Ressourcen im Vordergrund des Interesses. Hinzu kamen in Deutschland die Befürchtungen um die Schädigung der Waldbestände und der Böden. Seither hat sich das Feld der Umweltforschung ausgedehnt und vielfältig aufgefächert, wobei in jüngerer Zeit zunehmend Klimaveränderungen globalen Ausmaßes und das Aussterben von Pflanzen und Tierarten an Interesse gewonnen haben.

Die Konferenz der Vereinten Nationen „Umwelt und Entwicklung“ in Rio de Janeiro im Jahre 1992 und die dort diskutierten Konventionen

unterstrichen einerseits die „nachhaltige Entwicklung“ als Zielvorstellung umweltverträglichen Wirtschaftens und andererseits die globale Dimension des Umweltthemas. In diesem Zusammenhang ist auch die Einrichtung des Wissenschaftlichen Beirates „Globale Umweltveränderungen“ (WBGU) durch die Bundesregierung im Mai 1992 zu sehen.

In der DDR wurden zwar Umweltdaten in erheblichem Umfang sowie mit großer Kontinuität erhoben, jedoch nicht systematisch analysiert und publiziert. Die seit 1971 an der Akademie der Wissenschaften bestehende Klasse „Umweltschutz und Umweltgestaltung“ wurde 1985 aufgelöst, da sie den verstärkten Forderungen nach Geheimhaltung nicht genügte. Während und nach der politischen Wende haben sehr schnell viele Arbeitsgruppen in Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen Umweltthemen aufgegriffen.

II. Boden-, Ökosystem- und Waldschadensforschung

Böden sind ein wesentlicher Bestandteil der menschlichen Umwelt. Die umweltspezifische Bodenforschung erkundet Prozesse, die die normalen Funktionen der Bodendecke im jeweiligen Ökosystem gefährden. Folgende Themenbereiche stehen in Deutschland im Mittelpunkt der Bodenforschung:

- das Verhalten natürlicher und anthropogener Stoffe, z.B. in der Bodendecke und ihr Transfer über die Pflanzen in die Nahrungskette einschließlich des Einflusses auf die Bodenlebewelt und Bodenfunktionen,
- der Abbau von Humus und die Bodengefügeverschlechterung auch als Folge der Landbewirtschaftung,
- die Bodenversauerung und -versalzung,
- die Versiegelung der Landschaft.

Über das Verstehen der Schadefekte hinaus versucht die Bodenforschung, zukünftige Schädigungen zu prognostizieren und Strategien zur Sanierung der Böden und zum Bodenschutz zu entwickeln.

Insgesamt ist die Bodenforschung mit ihrer Hinwendung zur ökosystemaren Betrachtung ebenso wie die Erforschung der Bedeutung des Bodens für die Stoff- und Energiebilanz ganzer Landschaften ein wichtiges, zukunftssträchtiges Forschungsfeld. Bodenforschung ist das Standbein der terrestrischen Ökosystemforschung.

Ökosysteme sind Wirkungsgefüge von Lebewesen und ihrer Umwelt. Sie sind mit benachbarten Ökosystemen vernetzt und unterliegen überregionalen und auch globalen Umwelteinflüssen. Die Ökosystemfor-

schung will demzufolge über das Verstehen der einzelnen Prozesse oder Prozeßketten hinausgehen und die komplexen Wechselwirkungen möglichst aller Teile eines Lebensraumes untereinander und mit der Umwelt erfassen.

In den 60er Jahren war das von der DFG initiierte „Sollingprojekt“ einer der weltweit ersten Ökosystemforschungsansätze, das Land- und Forstwissenschaftler, Pflanzen- und Tier- sowie Landschaftsökologen, Ökophysiologen, Mikrobiologen, Meteorologen und Bodenkundler integrierte.

Ende der 70er Jahre hat das BMFT Ansätze zur Erfassung der Wirkung von Fremdstoffen in der Land- und Forstwirtschaft gefördert und damit die Voraussetzung geschaffen für den Einstieg in die terrestrische Ökosystemforschung in Deutschland. Das BMFT schuf vier Ökosystemforschungszentren mit unterschiedlichen regional gebundenen Fragestellungen. Ähnlich arbeitet das Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) in Müncheberg.

Komplementiert werden diese Untersuchungen durch Sonderforschungsbereiche der DFG in Hohenheim („Umweltgerechte Nutzung von Agrarlandschaften“) und Kiel („Optimierung pflanzenbaulicher Produktionssysteme in Hinblick auf Leistung und ökologische Aspekte“). Daneben stimulieren begrenzte Förderprogramme der Länder Forschung auf diesem Gebiet (z.B. „Umweltverträgliche und standortgerechte Landwirtschaft“, Universität Bonn).

Die Aktivitäten der Ökosystemforschungszentren sind netzartig durch den vom BMFT unterstützten nationalen Forschungsschwerpunkt „Terrestrial Ecosystem Research Network“ (TERN) verbunden. Sie fließen so in die Gesamtbetrachtung des internationalen Geosphären-/Biosphärenprogramms ein und liefern Beiträge zu den weltweiten Diskussionen über globale Umweltveränderungen („Global Change“).

Zu Beginn der 80er Jahre wurden erste alarmierende Meldungen über großflächige, neuartige Waldschäden bekannt. Die Forschung griff dieses Problem rasch auf. Nach zunächst punktuellen und wenig abgestimmten Arbeiten folgte ein konsequenter und breit gefächelter Aufbau der Forschungsförderung durch das BMFT und mehrere Bundesländer. Dabei standen die Schadstoffeinträge und die Stoffflüsse in Böden im Mittelpunkt der Forschung. Mehr als 800 Forschungsvorhaben wurden thematisch und regional zu Schwerpunkten zusammengefaßt.

Der Wissenschaftsrat würdigt die vielschichtige interdisziplinäre und interinstitutionelle Zusammenarbeit in der Waldschadensforschung, die frühzeitig komplexe Wirkungsnetze des Ökosystems Wald untersucht, die Ursachen für die Belastung und Gefährdung der Wälder verfolgt und Handlungsalternativen aufgezeigt hat. Damit ist ein guter Einstieg in die terrestrische Ökosystemforschung gelungen. Weiter auszubauen ist die

Ursachenanalyse als Grundlage für präventive wie auch kurative Handlungsanweisungen.

III. Ökotoxikologie

Zur Bewertung der Gefährdungspotentiale von Stoffen auf Ökosysteme sind folgende drei Fragenkomplexe zu beachten:

- Verteilung und Verbleib in der Umwelt,
- abiotische und biotische Umwandlung,
- toxikologische Wirkungsspektren.

Aus Sicht der Umweltpolitik ist der Zustand der Ökotoxikologie in Deutschland unbefriedigend: Die Zielsetzungen sind nicht abgestimmt, die Ansätze allzu disziplinär ausgerichtet und zersplittert. Der Wissenschaftsrat hält es für unabdingbar, daß die beteiligten Disziplinen die Forschungsziele der Ökotoxikologie gemeinsam in einer Denkschrift präzisieren und die Schritte festlegen, wie dieses seit Jahren defizitäre Gebiet zu überzeugenden wissenschaftlichen Leistungen kommen kann. An einigen der Universitäten und Großforschungseinrichtungen, die das erforderliche Fächerspektrum aufweisen, sollten ökotoxikologische Schwerpunkte gesetzt werden.

IV. Wasser

Gefährdungen der Gewässer und ihrer Funktionen ergeben sich durch Wasserentzug und bauliche Maßnahmen, vor allem aber durch Schadstoffeintrag. Sauberes Grundwasser wird schon jetzt in einigen Regionen Deutschlands knapp.

Ziel der angewandten Wasser- und Binnengewässerforschung ist die Sicherstellung der Wasserressourcen und die Erhaltung des Lebensraumes Wasser für die aquatischen Organismen.

Stehende Gewässer werden in Deutschland wissenschaftlich gut bearbeitet, besonders hinsichtlich Eutrophierung, Versauerung und traditioneller Belastungsstoffe. Defizite bestehen hingegen in der Fließgewässerforschung. Es fehlt an ausreichenden theoretischen Grundlagen. Der Wissenschaftsrat begrüßt die Aktivitäten des BMFT, die grundlagenorientierten Forschungsgruppen der Universitäten und anwendungsorientierten Arbeitsgruppen der Landesämter zusammenzuführen. Der Wissenschaftsrat empfiehlt ein eigenständiges BMFT-Programm mit dem Schwerpunkt Ökologie von Fluß- und Seenlandschaften.

Das „Leitprojekt Elbe 2000“ des BMFT hat nach Auffassung des Wissenschaftsrates primär die Aufgabe, die ökologischen Zusammenhänge des Flußsystems Elbe („Ökomorphologie der Elbe“) zu klären, während die Gewässerüberwachung Sache der Landesämter ist.

In der Grundwasserforschung dominiert die Analytik. Es besteht die Gefahr, daß überwiegend Daten gewonnen und ausgewertet werden, es jedoch nicht zur originären Forschung kommt, z. B. zur Beurteilung der biologisch-toxikologischen Wirkung von Substanzen.

Die Wasserchemie, z. B. die Photochemie aquatischer Systeme, ist ein zukunftssträchtiges Forschungsgebiet. Es sollte über (nicht zu stark regional gebundene) Verbundprojekte des BMFT oder die Schwerpunktforschung der DFG gefördert werden.

Die Abwasserreinigung hat aufgrund des ausgereiften Standes der Aufbereitungstechnologie keinen größeren Forschungsbedarf, mit Ausnahme einzelner mikrobiologischer und biochemischer Fragenkomplexe.

Die interdisziplinäre Verzahnung von natur- und ingenieurwissenschaftlich geprägter Wasser- und Gewässerforschung sollte in besonderer Weise über die Lehre gewährleistet werden. Bisher bestehen hierfür adäquate, breit angelegte Ausbildungsstrukturen lediglich an der TU Dresden.

V. Luft und Atmosphäre

Die umweltrelevanten Felder der Atmosphärenforschung sind:

- (1) Globale Klimaveränderungen als Folge der anthropogenen Zunahme von Spurengasen und Aerosolen, die den Strahlungs- und Spurenstoffhaushalt der Atmosphäre verändern.
- (2) Regionales Klima und meteorologische Prozesse im 100- bis 1.000-km-Bereich („Meso-Scale“).
- (3) Meteorologie und Luftchemie (einschließlich heterogener Schadstoffe) im Bereich der atmosphärischen Grenzschicht.
- (4) Physik und Chemie der Stratosphäre, insbesondere hinsichtlich des stratosphärischen Ozons und Aerosols.

1988 wurde der Klimabeirat der Bundesregierung berufen. Für die Atmosphärenforschung hat das BMFT eine Reihe von Programmen, Förderschwerpunkten und Verbundforschungsprojekten eingeführt, u. a. das „Wissenschaftliche Begleitprogramm zur Sanierung der Atmosphäre über den neuen Bundesländern“ (SANA).

Die DFG fördert gegenwärtig mehrere Sonderforschungsbereiche und Schwerpunktprogramme für die Atmosphärenforschung und ihre Nachbargebiete.

Die deutsche Atmosphärenforschung ist über nationale Forschungsprogramme stark in internationale, europäische und bilaterale Programme der Atmosphärenforschung eingebunden.

Die deutsche Meteorologie und Atmosphärenforschung hat seit langem Weltruf. Sie verfügt über ein leistungsfähiges Potential, das bedeutende Beiträge zur Umweltforschung einbringt. In den 70er und 80er Jahren verlagerte sie sich zunehmend in außeruniversitäre Einrichtungen. Neben sechs Großforschungseinrichtungen sind heute drei Institute der Max-Planck-Gesellschaft, ein Fraunhofer-Institut, mehrere Institute der Blauen Liste bis hin zu Ressortforschungseinrichtungen (vor allem Deutscher Wetterdienst) in der Atmosphärenforschung tätig.

Der Wissenschaftsrat sieht die Notwendigkeit der engeren Kooperation zwischen den verschiedenen Forschergruppen. Durch stärkere Bündelung des Potentials, das beispielsweise im Rhein-Main-Gebiet in Universitäts- und Max-Planck-Instituten herangewachsen ist, ließen sich Synergie-Effekte erreichen, die eine weltweit führende Position in der Luftchemie ermöglichen könnten. In der bundesweiten Kommunikation und Koordination bestehen Defizite, besonders zwischen den Einrichtungen der alten und der neuen Länder.

VI. Meere und Polargebiete

Zwei Umweltprobleme stehen heute in der Meeresforschung im Vordergrund: die Rolle der Meere bei den globalen Umweltveränderungen und die anthropogenen Belastungen der Küsten- und Flachmeere.

Während die klimabezogene Meeresforschung primär weltweit orientiert ist, aber verstärkt auch regionale Auswirkungen im Auge hat, ist die Erforschung der anthropogenen Meeresbelastung vor allem auf regionale Phänomene – für Deutschland besonders die Ostsee und die Nordsee – ausgerichtet.

Auf europäischer Ebene wurden für die nächsten 10 bis 15 Jahre mehrere Felder identifiziert, die große Gemeinschaftsanstrengungen erfordern: (1) die Entwicklung der wissenschaftlichen Grundlagen eines operationellen Ozean-Beobachtungsnetzes analog zum globalen Wetternetz, (2) die Erforschung des Nordpolarmeeres, (3) die Erforschung der Tiefsee und des Tiefseebodens und (4) die wissenschaftlichen Grundlagen für ein integriertes Management von Küstenzonen. Für jeden dieser Schwerpunkte bedarf es der Entwicklung eines Arsenal neuer Instrumente und Meßgeräteträger sowie geeigneter Modellansätze.

Die deutsche Meeresforschung findet überwiegend in außeruniversitären Einrichtungen statt, die durchweg instrumentell – auch mit Forschungsschiffen – vorzüglich ausgestattet und meist räumlich gut untergebracht sind. Verglichen mit den Verhältnissen in anderen Ländern ist in der deutschen Meeresforschung die Zusammenarbeit von Hochschulen und außeruniversitären Instituten sehr eng. Das kommt auch in der Lehre zum Ausdruck.

Dank intensiver Förderung durch BMFT und DFG haben wichtige Zweige der deutschen Meeresforschung einen hohen wissenschaftlichen und technischen Stand erreicht. Defizite bestehen in der Meeresmeßtechnik, der Meereschemie und bei der Modellierung biologischer und chemischer Systeme und Prozesse. Der Wissenschaftsrat empfiehlt hierfür die Einrichtung von institutsübergreifenden, zeitlich begrenzten Forschungsverbänden.

Es bedarf neuer Konzepte und Strukturen der Verknüpfung natur- und gesellschaftswissenschaftlicher Ansätze zur Analyse und Bewältigung mariner Umweltprobleme besonders im Küstenbereich. Der Wissenschaftsrat empfiehlt, der bilateralen und multinationalen Kooperation mit Ländern der Dritten Welt und Osteuropas größere Aufmerksamkeit als bisher zu schenken, letzteres auch im Rahmen eines internationalen Verbundes der Ostseeforschung.

Die Polarforschung ist eng mit der Klimaforschung verknüpft. Einerseits liefern die kontinentalen Eismassen der Antarktis und Grönlands und die marinen und limnischen Sedimente die wichtigsten Daten zum Verständnis des Wechsels von Warm- und Kaltzeiten in den für globale Klimaschwankungen besonders sensiblen Polarregionen. Andererseits stehen die Polarmeere mit der Atmosphäre in regen Wechselbeziehungen und sind eng an das globale Klima gekoppelt.

Der Wissenschaftsrat begrüßt die Schwerpunktsetzung in der klimabezogenen Polarforschung, er regt an, die geowissenschaftlichen Arbeiten in der russischen Arktis sowie die terrestrische Ökologie zu verstärken und sich an europäischen Eisbohrprogrammen in der Antarktis und auf Grönland intensiv zu beteiligen. Er empfiehlt, die Polarforschung an den Hochschulen zu festigen. Das DFG-Schwerpunktprogramm Antarktische Forschung sollte fortgesetzt und in stärkerem Maße als bisher für Projekte in der Arktis geöffnet werden.

VII. Naturschutz und Landschaftspflege

Naturschutz- und Landschaftspflegeforschung bezieht ihre Grundlagen vornehmlich aus der Biologie, der Ökosystemforschung und den Geowissenschaften.

Die universitäre Forschung besteht meist aus kleinen lokal oder regional gebundenen Einzelprojekten.

Inhaltliche Stärken der deutschen Naturschutzforschung liegen vor allem auf anwendungsbezogenem Gebiet (z. B. Arten- und Biotopinventarisierung, Management von Kulturlandschaften, Strukturwandel von Agro-Ökosystemen etc.). Defizite bestehen einerseits in der Theoriebildung und andererseits insbesondere in der naturschutzrelevanten ökologischen Forschung und der Erfassung von umweltrelevanten Ressourcen oder (Schad-)Stoffen. Ausbauwürdig ist auch die Forschung zu naturschutzorientierter Entwicklungshilfe für die Dritte Welt und für Osteuropa sowie die umfassende Bewertung des ökologischen Zustands in den neuen Ländern. Des Weiteren fehlen Beiträge aus dem Bereich der Geistes- und Sozialwissenschaften, der Rechtswissenschaften und der Wirtschaftswissenschaften. Bis heute ist es der Naturschutzforschung kaum gelungen, wirklich interdisziplinäre Forschungsschwerpunkte zu entwickeln. Die Ergebnisse der deutschen Naturschutzforschung werden im Ausland nur wenig zur Kenntnis genommen.

Ein Teil der Schwächen der deutschen Naturschutzforschung, vor allem auf dem Gebiet der naturwissenschaftlichen Grundlagenforschung, rührt daher, daß die organismische Biologie, die biologische Systematik und die Taxonomie in den letzten Jahren einen starken Niedergang erfahren haben.

Die Forschung findet vor allem an Universitäten in kleinen, meist regional oder lokal gebundenen Projekten statt. Die Lücke zwischen Grundlagenforschung und unmittelbar praxisbezogener Datenermittlung könnte durch die Einrichtung von Förderschwerpunkten für Angewandte Ökologie oder Naturschutz bei der DFG geschlossen werden. Die deutsche Naturschutzforschung sollte sich stärker in die internationale Forschung einbinden.

Naturschutz und Landschaftspflege wird an einigen Universitäten und Fachhochschulen gelehrt. Zwischen den unterschiedlichen Ausbildungsgängen, die zu einem Abschluß mit Schwerpunkt „Naturschutz“ führen, besteht Abstimmungsbedarf.

Der Wissenschaftsrat empfiehlt keine grundständigen Studiengänge für Naturschutz. Vielmehr sollte einer fundierten naturschutzbezogenen Ausbildung im Rahmen bestehender Studiengänge sowie der Einrichtung fächerübergreifender Studienschwerpunkte und Graduiertenkollegs unter Einbeziehung der Humanwissenschaften der Vorzug gegeben werden.

Das Fach Naturschutz sollte an einer begrenzten Zahl von Universitäten als Haupt- oder Nebenfach der Biologie und der Land- und Forstwissenschaften eingeführt werden; hierbei sollte eine länderübergreifende Koordination erfolgen, um überregionale Schwerpunkte mit angemessener Ausstattung zu ermöglichen.

VIII. Humanwissenschaftliche Umweltforschung

Die vordringliche Aufgabe der humanwissenschaftlichen Umweltforschung liegt darin, Mensch-Umwelt-Beziehungen zu analysieren. Dies geschieht auf verschiedenen Ebenen und in verschiedenen Bereichen menschlichen Handelns. Auf diesen Grundlagen sind Ziele und Konzepte für Umweltvorsorge und zur Anpassung an Umweltveränderungen auszuarbeiten und Maßnahmen zur Realisierung der Konzepte zu entwickeln.

Der Wissenschaftsrat konstatiert in der Umweltforschung einen Rückstand der Geistes-, Verhaltens- und Sozialwissenschaften einschließlich der Wirtschaftswissenschaften. Die Hinwendung der humanwissenschaftlichen Disziplinen zu Umweltthemen ist unzureichend, ähnliches gilt für die Kooperation der verschiedenen Humanwissenschaften mit den Natur- und Ingenieurwissenschaften. Bisher beteiligen sich die Humanwissenschaften wenig in nationalen und internationalen Forschungsk Kooperationen zur Erfassung globaler Aspekte.

Ein besonderes Hemmnis für die Intensivierung gemeinsamer Forschung besteht offensichtlich in der Schwierigkeit, eine gemeinsame Sprache zu finden. Zudem entsprechen die vorherrschenden Instrumente der Forschungsförderung ebenso wie die tradierten Karrieremuster in den Wissenschaftsdisziplinen und die darauf orientierte Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses nicht den Bedürfnissen der für Umweltfragen vielfach gebotenen Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern aus anderen Fachgebieten.

Das Zusammenwirken von sozial- und geisteswissenschaftlicher Umweltforschung auf der einen Seite und naturwissenschaftlicher und technischer Umweltforschung auf der anderen Seite beschränkt sich auf relativ wenige Programme und Einrichtungen. Sozioökonomische Begleitforschung ist in begrenztem Maße in der Ökosystemforschung, Waldschadensforschung, Tropenwaldforschung u.ä. anzutreffen.

Bei den Beiträgen der Geistes- und Sozialwissenschaften zur Umweltforschung handelt es sich vorwiegend um disziplinäre Einzelprojekte. In jüngster Zeit bemühen sich DFG, BMFT und Landesregierungen um größere in enger Kooperation bearbeitete Forschungsprogramme.

Die humanökologische Umweltforschung wird sich nur dann nachhaltig entwickeln können, wenn dafür geeignete institutionelle Voraussetzungen geschaffen werden. Die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses, des Wissenschaftlertauschs und der Eröffnung von akademischen Karrieremöglichkeiten muß verstärkt werden.

Die in den Sozial- und Geisteswissenschaften übliche Einzelforschung reicht nicht aus, wenn es um die Bearbeitung von Themen aus größeren Umweltforschungsprogrammen geht, die vielfach auf Beiträge mehrerer

Disziplinen angewiesen sind. Der Wissenschaftsrat empfiehlt daher, daß sich an Umweltthemen interessierte Sozial- und Geisteswissenschaftler in interdisziplinären, zeitlich begrenzten Forschungsverbänden organisieren.

Die wirtschaftswissenschaftliche Umweltforschung steht vor der Herausforderung, (1) sich mit Ansätzen einer ökologischen Ökonomie auseinanderzusetzen; (2) die Kluft zwischen theoretischen Annahmen und empirischer Praxis zu überwinden und sich dabei insbesondere der Politikwissenschaft, der Soziologie und der Psychologie zu öffnen; (3) zu einem den Umwelterfordernissen angemessenen Verständnis von Wirtschaften und Wachstum zu kommen und die Indikatoren der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung entsprechend zu reformieren; (4) Konzepte und Vorschläge zur ökologischen Betriebswirtschaft fortzuentwickeln; (5) Möglichkeiten einer ressourcensparenden Kreislaufwirtschaft weiter zu erkunden.

An mehreren Stellen wird in Deutschland international anerkannte umweltökonomische Forschung auf hohem Niveau betrieben. Spezielle umweltökonomische Lehrstühle und Institute sind aber bislang noch zu selten, ein Ausbau dieses Gebietes ist notwendig. Entsprechendes gilt für umweltbezogene Lehrstühle in den Sozial- und Verhaltenswissenschaften.

Umweltrecht umfaßt die Gesamtheit aller Normen, die dem Schutz der Umwelt dienen. Es befindet sich auf dem Wege zu einer selbständigen Teildisziplin der Rechtswissenschaft. Rechtswissenschaftliche Umweltforschung findet an vielen Universitäten statt, wenn auch in unterschiedlicher Breite und Tiefe der Fragestellungen. Insgesamt hat sich die Umweltrechtswissenschaft an Deutschlands Universitäten gut entwickelt. Von ihr gehen wichtige Impulse und die fachliche Begleitung der Normsetzungstätigkeit der EU, des Bundes und der Länder aus.

IX. Umweltmedizin

Zur Umweltmedizin gehören vor allem: Allergologie, Epidemiologie und Toxikologie. Darüber hinaus erlangen Psychosomatik und Public Health zunehmende Bedeutung. In einer gewissen methodischen und systematischen Verwandtschaft zu diesen Fächern stehen Strahlenforschung und Ökotoxikologie.

Epidemiologische Forschung findet in Deutschland gegenwärtig in einigen Forschungsinstituten mittlerer Größe, wenigen Universitätsinstituten sowie privatwirtschaftlich epidemiologisch arbeitenden Instituten statt.

Ein gezielter Ausbau dieses in Deutschland unterentwickelten Forschungsgebietes wird empfohlen. Dabei kommt es insbesondere auf seine Verankerung in den medizinischen Fakultäten an.

Die Auswertung epidemiologischer Daten wird durch die bestehenden Datenschutzregelungen und ihre restriktive Auslegung behindert.

Das Aufgabengebiet der Toxikologie umfaßt heute die gesamte Breite der auf den Menschen einwirkenden Stoffe aus seiner Umwelt. Unter Berücksichtigung der gewachsenen Bedeutung der Toxikologie in Forschung, Lehre und Weiterbildung ist die Stärkung des Faches an den Universitäten – insbesondere der neuen Länder – erforderlich.

Der Wissenschaftsrat empfiehlt den Ländern, durch gezielte Förderung der Toxikologie an ausgewählten Hochschulen die Voraussetzungen für interdisziplinäre, naturwissenschaftlich ausgerichtete Graduiertenkollegs zu schaffen. Die gezielten Fördermaßnahmen der DFG sind weiter auszubauen.

Psychiatrie und Psychosomatik befassen sich in wachsendem Umfang auch mit Erkrankungen, die durch Umwelteinflüsse und individuelle Lebensbedingungen verursacht sind. In der psychiatrischen Epidemiologie müssen sowohl biologische als auch soziale Risikofaktoren mit erfaßt werden. Bisher haben sich in Deutschland nur wenige Forschungsvorhaben mit möglichen Zusammenhängen zwischen physikalischen bzw. biologischen Umweltschäden und dem Auftreten bestimmter psychischer Störungen befaßt. Es fehlt an einer Verzahnung zwischen den betroffenen klinischen Fächern in der Kinder- und Erwachsenenmedizin mit der verhaltens- und sozialwissenschaftlichen Forschung.

Die Public Health-Forschung orientiert sich an den sozialen und ökologischen Bedingungen der Gesunderhaltung. Dazu gehören auch Fragen der Hygiene und Gesundheitserziehung.

Der Erfolg dieser Forschungsrichtung ist abhängig von der interdisziplinären Kooperation innerhalb und zwischen Sozial- und Medizinwissenschaften. Dies gilt auch für die im Rahmen des BMFT-Förderschwerpunktes „Public Health“ bisher eingerichteten Forschungsverbände.

Der Wissenschaftsrat empfiehlt auch für das Aufgabenfeld Umwelt und Gesundheit Förderkonzeptionen, die zu vernetzten Strukturen, Zentren und Schwerpunkten unter weitgehender Einbeziehung der Hochschulen führen. So sollten zur Stärkung der umweltbezogenen klinischen Forschung Klinische Forschergruppen eingerichtet werden. Dabei gilt es, naturwissenschaftliche und medizinische Arbeitsgruppen auch personell eng zu verzahnen.

Im Gegensatz zu anderen westlichen Industriestaaten hat in Deutschland das Interesse an der Strahlenschutzforschung in der Politik sowie in Hochschulen und Forschungseinrichtungen stark abgenommen. Es ist aber eine Fehleinschätzung, daß diese Forschungsrichtung mit einer stagnierenden oder rückläufigen Entwicklung der Kernenergienutzung an Bedeutung verliert. Die gemittelte höchste Strahlenexposition des Men-

schen in Deutschland rührt von natürlichen Strahlungsquellen her. Auch die Auswirkungen elektromagnetischer Felder haben als Thema der Strahlenforschung in jüngster Zeit hohe Aktualität gewonnen.

Der Wissenschaftsrat befürchtet, daß der unkoordinierte Abbau von Forschungskapazitäten in Hochschulen und außeruniversitären Forschungsinstituten zu einer insgesamt unzureichenden personellen Basis für eine qualifizierte Forschung und Ausbildung auf dem Gebiet des Strahlenschutzes führt. Er empfiehlt, daß mehrere Universitäten sich schwerpunktmäßig mit der Strahlenforschung und der entsprechenden Ausbildung befassen. Er ist ferner der Auffassung, daß die noch bestehenden Kapazitäten an den Großforschungseinrichtungen und dem Bundesamt für Strahlenschutz erhalten werden sollten.

Der Wissenschaftsrat tritt dafür ein, daß die Grundlagenforschung im Strahlenschutz durch ein entsprechendes Programm von BMFT und BMU systematisch gefördert und im Hochschulbereich auf Projekte an den empfohlenen fakultätsübergreifenden Zentren für Strahlenforschung konzentriert wird.

X. Umwelt und Technik

Ziel der technischen Umweltforschung ist die Entwicklung von Produkten, Produktionstechnologien und Verfahren zur Vermeidung oder Verminderung von umweltschädlichen Emissionen und zur Sanierung bereits aufgetretener Umweltschäden. Dazu muß man den Begriff der Emission sehr umfassend sehen, nämlich nicht nur die Schadstofffrachten, die in die Luft, das Wasser oder den Boden abgegeben werden, z.B. Gase, Chemikalien, Strahlung, Lärm, Abfall aus Produktionsprozessen, der Produktnutzung, den Haushalten oder bei Transportvorgängen, sondern durch die Produkte selbst gehören zu den Emissionen. Derzeit überwiegen noch kurative Maßnahmen („End-of-the-pipe-Lösungen“); zunehmend werden aber auch präventive Maßnahmen entwickelt. Um Umweltschäden quantifizieren zu können, ist die Entwicklung der Meß- und Analysetechnik wichtig.

In Deutschland ist die technische Umweltforschung vor allem auf den Gebieten Luftreinhaltung, Abwasserklärung, Trinkwasseraufbereitung, thermische Abfallbehandlung und Bodensanierung weit entwickelt und weltweit führend.

Dagegen besteht ein großer Forschungsbedarf auf den Gebieten Umweltsystemtechnik und produktionsintegrierter Umweltschutz. Defizite sind ferner vor allem bei den Themen Prozeßleittechnik, Technologien für Reststoffdeponien, Bergbaualtlasten, Waschverfahren zur Abwasserreinigung und Erforschung von Grenzflächenphänomenen zu verzeichnen, aber auch in der Technikfolgenforschung, die eng mit der Produkt- und Verfahrensentwicklung zusammenarbeiten sollte. Für die Technik-

folgenforschung sind aber auch Beiträge der Sozial- und Verhaltenswissenschaften unentbehrlich.

Insgesamt sollte die Zusammenarbeit der Ingenieurwissenschaften mit den Naturwissenschaften erheblich ausgebaut werden. Die Verständigung zwischen den ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen ist vielfach relativ schwach entwickelt.

Die ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten sind die wichtigsten Stätten der öffentlich finanzierten ingenieurwissenschaftlichen Umweltforschung in Deutschland. Sie sind in besonderem Maße auf die Einwerbung von Drittmitteln, vor allem von BMFT und DFG, angewiesen.

Die Durchführung von Forschungsaufträgen der Industrie hat zur Folge, daß sich Universitätsinstitute auf anwendungsnahe Forschungs- und Entwicklungsprojekte konzentrieren und die Grundlagenforschung vernachlässigen. Die Universitäten sollten darauf achten, daß ihre Institute ein Gleichgewicht wahren zwischen Auftragsforschung und Entwicklungsvorhaben einerseits und originär universitärer Forschung andererseits. Durch sehr intensive Einwerbung von Drittmitteln haben ingenieurwissenschaftliche Universitätsinstitute vielfach eine Größe erreicht, die für die Wahrnehmung ihrer eigentlichen Aufgaben abträglich ist.

Die Bedeutung der Fachhochschulen für die ingenieurwissenschaftliche Forschung, vor allem für Entwicklungsvorhaben und Technologietransfer, wird künftig wachsen. Staatliche Förderprogramme sollten dieser positiven Entwicklung Rechnung tragen.

Die technische Umweltforschung der Großforschungseinrichtungen und der Fraunhofer-Gesellschaft ist im wesentlichen auf die Entwicklung von technischen Lösungen für den nachsorgenden Umweltschutz ausgerichtet.

Das BMFT hat zur Förderung der technischen Umweltforschung in Hochschulen, außeruniversitären Einrichtungen und in der Industrie ein Programm zur Umweltschutztechnologie-Entwicklung eingeführt. Analoge Programme wurden von mehreren Ländern entwickelt. Im dritten Rahmenprogramm der Europäischen Union (1990-1994) sind technologische Einzelprogramme aufgeführt, die auch den Umweltschutz einbeziehen.

Die öffentliche Förderung für ingenieurwissenschaftliche Umweltforschung geht in jüngster Zeit spürbar zurück. Damit ist vor allem die längerfristig angelegte Grundlagenforschung gefährdet. Der Wissenschaftsrat sieht mit Sorge, daß es zunehmend an Fördermöglichkeiten fehlt für den Zwischenbereich zwischen Grundlagenforschung und Entwicklungsprojekten. In Teilbereichen der Forschungsförderung mangelt es an einem längeren Atem, der für echte Innovationen unverzichtbar ist.

XI. Deutsche Umweltforschung für außereuropäische Regionen

Umweltforschung in den Tropen und Subtropen ist aus wissenschaftlichen, wissenschaftspolitischen, umweltpolitischen, entwicklungs-, außen- und wirtschaftspolitischen Gründen wichtig. Ihre Beiträge sollten als integraler Bestandteil der deutschen Umweltforschung insgesamt betrachtet werden.

Zur Erfüllung dieser Aufgaben fehlen in Deutschland sowohl adäquate Forschungsstrukturen als auch genügend auf dem Gebiet erfahrene Wissenschaftler. Den deutschen Aktivitäten mangelt es meist an Kontinuität, geographischer Schwerpunktbildung und interdisziplinärer Vernetzung.

Der Wissenschaftsrat empfiehlt, im Rahmen von Projekten der Technischen Zusammenarbeit den Forschungsanteil an den deutschen Gesamtaufwendungen für den Umweltschutz in den Tropen wesentlich zu erhöhen.

Eine Verstärkung der Umweltforschung für Regionen außerhalb Europas muß mit einer entsprechenden Schwerpunktbildung einhergehen, dabei sollte gesellschaftswissenschaftlichen Aspekten weit mehr Raum als bisher gegeben werden. Über eine konkrete Festlegung von thematischen Prioritäten sollte ein Sachverständigengremium gesondert beraten.

Zur Stärkung einer auf Kontinuität wie auch auf Flexibilität ausgerichteten Forschung außerhalb Europas – vor allem in der Dritten Welt – empfiehlt der Wissenschaftsrat einerseits die Einrichtung mehrerer Zentren in Deutschland mit unterschiedlicher Themenstellung und andererseits die Schaffung befristeter Verbundprojekte in ausgewählten Regionen und mit definierten Themenfeldern ähnlich den Ökosystemzentren (aber kleiner). An ihnen sollten sich jeweils Wissenschaftler mehrerer deutscher universitärer und außeruniversitärer Institute beteiligen. Die deutschen Konzepte müssen mit den Partnerländern entwickelt und auf deren Bedürfnisse zugeschnitten werden.

Um einerseits die Verzahnung mit der allgemeinen deutschen Umweltforschung zu verbessern und andererseits die in den Tropen gemachten Erfahrungen in die Lehre einzubringen, empfiehlt der Wissenschaftsrat einen regen Personalaustausch zwischen den Verbundprojekten vor Ort und den Tropenzentren in Deutschland.

Da Einzelprojekte der Komplexität der Systeme nicht gerecht werden und zu kurzlebig angelegt sind, empfiehlt der Wissenschaftsrat neben den Tropenzentren die Einrichtung längerfristiger Verbundforschungsprojekte (wie SHIFT).

Der Forschungsbedarf der Entwicklungsprojekte des BMZ und die Forschungsvorhaben des BMFT und der Ressortforschung von BML, BMWi und BMU müssen enger abgestimmt werden.

Die Analyse komplexer Wirkungszusammenhänge und die Entwicklung von Maßnahmen und Programmen zum Schutz der Umwelt verlangt eine internationale Aufgabenteilung im Sinne einer „globalen Forschungsallianz“. Die guten Ansätze in der Global Change-Forschung sollten verstärkt auch für die umweltbezogene Forschung in außereuropäischen Regionen genutzt werden.

Um die Umweltforschung und eine eigenständige Umweltpolitik in den Partnerländern zu stützen, sollte die Ausbildung des deutschen Nachwuchses ausgebaut und mit der Ausbildung von Wissenschaftlern aus außereuropäischen Regionen eng verzahnt werden.

B. Strukturelle Aspekte der Umweltforschung und ihrer Förderung

I. Umfang der Förderung der Umweltforschung und ihre Finanzierung

Der finanzielle Aufwand von Bund und Ländern für FuE auf dem Gebiet der Umweltforschung einschließlich Meeres- und Polarforschung lag 1992 bei rund 1,5 Milliarden DM. Davon entfallen etwa zwei Drittel auf den Bund, überwiegend als institutionelle Förderung für die Umweltforschung an Großforschungseinrichtungen, Ressortinstituten sowie Einrichtungen der Blauen Liste, Max-Planck-Gesellschaft und Fraunhofer-Gesellschaft. Mit 338 Millionen DM förderte das BMFT im Jahre 1991 Verbundprojekte und Einzelvorhaben der Umweltforschung und -technologie.

Die Länder finanzieren Umweltforschung in erster Linie indirekt über die Grundausstattung der Hochschulen, über ihre Beiträge zur institutionellen Finanzierung außeruniversitärer Forschungsinstitute und zur DFG. Einzelne Länder haben Förderprogramme zur Unterstützung der Hochschulforschung eingerichtet, aus denen auch Umweltforschungsprojekte finanziert werden können.

1992 hat die DFG im Rahmen ihrer Förderinstrumente rund 70 Millionen DM für explizit umweltrelevante Vorhaben bewilligt, die ganz überwiegend in die Hochschulen fließen. Der Beitrag der DFG zur Umweltforschung im weiteren Sinne ist aber erheblich höher.

Unter den Stiftungen spielt die Deutsche Bundesstiftung Umwelt die größte Rolle. Sie fördert mit jährlich ca. 60 Millionen DM anwendungsorientierte FuE-Vorhaben, vor allem in den neuen Ländern. Die Volks-

wagen-Stiftung und andere Stiftungen unterstützen u. a. den interdisziplinären Dialog zwischen den Natur- und Ingenieurwissenschaften einerseits und den Gesellschaftswissenschaften andererseits.

Umweltforschung findet in großem Umfang in den FuE-Abteilungen der Industrie und Wirtschaft statt. Diese teilweise durch öffentliche Mittel mitfinanzierten FuE-Arbeiten sind aber ebensowenig Gegenstand dieser Stellungnahme wie die Tätigkeit der privaten Forschungsinstitute, die in starkem Maße auf Information der Öffentlichkeit ausgerichtet sind.

II. Umweltforschung an den Universitäten und Fachhochschulen

Die Universitäten spielen in der Umweltforschung eine wichtige, auf vielen Gebieten aber nicht die führende Rolle. Der Wissenschaftsrat hält ein stärkeres Engagement der Hochschulen auf diesem Sektor aus wissenschafts- und gesellschaftspolitischer Sicht für geboten, besonders im Hinblick auf die rasche Überführung von Forschungsergebnissen in die Lehre.

Ein gewichtiger Vorteil für die Universitätsforschung liegt im hohen Anteil von befristeten Stellen für Nachwuchswissenschaftler sowie der großen Zahl von hochmotivierten Examenskandidaten. Diese Personalstruktur hat jedoch auch Nachteile. In vielen Instituten fehlen Dauerstellen für promovierte Wissenschaftler sowie Stellen für technisches Personal, so daß die für längerfristige Forschungsprojekte notwendige Kontinuität nicht gewährleistet werden kann.

Für Erkenntnisfortschritte in den Umweltwissenschaften sind nicht nur spezialisierte disziplinäre Forschungsarbeiten notwendig, sondern auch interdisziplinäre Konzepte und Lösungswege. In der Zusammenarbeit verschiedener Disziplinen tun sich die Universitäten aber vielfach schwer trotz ihres breitgefächerten Potentials in den Natur- und Geisteswissenschaften. Ein Dialog der Disziplinen und deren Einbettung in interdisziplinäre Forschungsprogramme findet nur selten statt.

Das Bild der Umweltforschung, das der Wissenschaftsrat an den Universitäten vorgefunden hat, war oft unbefriedigend. Einzelne interdisziplinäre Schwerpunkte und zahlreiche disziplinäre Einzelprojekte können die Tatsache nicht überdecken, daß viele Universitäten ihr Potential an disziplinärer, wissenschaftlicher Kompetenz nur wenig für Fragen der Umweltforschung einsetzen. Ursachen hierfür sind u. a. die disziplinär ausgerichtete Struktur der Fakultäten und Institute, unflexible Mittelverteilung, kurzfristige Projektförderung und Mängel in der Grundausstattung.

Die geschilderten Schwierigkeiten an den Universitäten machen es den Drittmittelgebern schwer, große Umweltforschungsprojekte an Univer-

sitäten anzusiedeln. Eine weitere Folge ist das Auswandern der Forschung aus den Universitäten durch Gründung von An-Instituten etc.

Um die Umweltforschung stärker in den Hochschulen zu verankern und damit auch die Basis zu legen, daß das Umweltthema in die Lehre integriert und qualifiziert behandelt werden kann, empfiehlt der Wissenschaftsrat zwei Förderungsstrategien:

- (1) Die Hochschulen selbst sollten auf Teilgebieten der Umweltforschung eine Konzentration ihrer Grundausstattung vornehmen und Arbeitsgemeinschaften, Zentren u.ä. bilden. Diese sollten mit außeruniversitären Instituten Forschungsverbände eingehen, die von Bund und Ländern entsprechend zu stützen sind.
- (2) Über gezielte strukturbildende Instrumente der Drittmittelförderung sollten für längere Zeit, jedoch nicht auf Dauer, Schwerpunkte in der Umweltforschung angeregt und finanziert werden. Leistungsfähige, disziplinübergreifende Umweltforschung an den Hochschulen verlangt nach spezifischen institutionellen Vorkehrungen, wie Sonderforschungsbereichen, Graduiertenkollegs etc.

Die anwendungsorientierte Umweltforschung an den Fachhochschulen sollte mehr als bisher gefördert werden, zumal dies ein Weg ist, den Transfer wissenschaftlicher und technischer Erkenntnisse in die breite berufliche Praxis wirkungsvoll zu fördern, denn zwei Drittel aller Ingenieure werden in Deutschland an Fachhochschulen ausgebildet.

Der Wissenschaftsrat empfiehlt Bund und Ländern, gezielt ausgewählte Arbeitsgruppen oder Zentren für Umweltforschung auch an Fachhochschulen zu unterstützen. Vor allem in den neuen Ländern sollen die Voraussetzungen für ein stärkeres Engagement der Fachhochschulen in der anwendungsorientierten Forschung verbessert und ihre Kooperation mit Universitäten und mit außeruniversitären Instituten gestärkt werden.

III. Umweltforschung an außeruniversitären Instituten und Service-Einrichtungen

Die Großforschungseinrichtungen haben sich zu wichtigen Stätten der Umweltforschung entwickelt. 1992 standen für die Umweltforschung in den Großforschungseinrichtungen rd. 300 Millionen DM aus der institutionellen Finanzierung und zusätzlichen Projektmitteln zur Verfügung. Der Anteil der Umweltforschung an den Gesamtaufwendungen aller Großforschungseinrichtungen betrug rd. 9 %. Besonders stark vertreten ist die Umweltforschung bei GSF, UFZ, AWI und GKSS.

Der Wissenschaftsrat macht zur Umweltforschung an den Großforschungseinrichtungen u. a. folgende Feststellungen und Empfehlungen:

- (1) Von ihren materiellen Voraussetzungen und den Erfahrungen her sind die Großforschungseinrichtungen grundsätzlich besonders geeignet für Entwicklung und Einsatz großer technischer Verfahren, Geräte und Anlagen. Hier sollte ihr wichtigster Beitrag zur Umweltforschung liegen.
- (2) Die Umorientierung und Diversifizierung u. a. in Richtung Umweltforschung hat zu Überschneidungen der Aktivitäten verschiedener Großforschungseinrichtungen untereinander und mit anderen Forschungsinstituten geführt.
- (3) Die Tatsache, daß eine Arbeitsrichtung nicht „großforschungstypisch“ ist, kann allein noch kein Grund sein, die entsprechenden Aktivitäten künftig aus den Großforschungseinrichtungen zu verlagern.
- (4) Der von den Großforschungseinrichtungen gegründete Forschungsverbund „Umweltvorsorge“ sollte von der Koordination in Richtung Integration weiterentwickelt werden. Anzustreben ist die Schwerpunktbildung und Konzentration in den jeweils hierfür prädestinierten Instituten der einzelnen Großforschungseinrichtungen. Andererseits sollten Synergieeffekte aus der breiten Palette der in den Einrichtungen vertretenen Arbeitsrichtungen stärker als bisher genutzt werden.
- (5) Die hervorragende Ausstattung mit Investitionsmitteln und Personal hat nicht in jedem Fall zu überzeugenden Leistungen in der Forschung geführt. Die Ursachen hierfür liegen vielfach in der Personalstruktur der Großforschungseinrichtungen. Der Wissenschaftsrat empfiehlt deswegen einerseits eine flexiblere Personalstruktur anzustreben und andererseits in gewissem Umfang eine Mittelverlagerung aus der institutionell gesicherten Grundfinanzierung zugunsten von Projektmitteln für Umweltforschungsprogramme vorzunehmen, um die sich Arbeitsgruppen aus Großforschungseinrichtungen in freier Konkurrenz mit Wissenschaftlern aus anderen Forschungseinrichtungen bewerben können.

Voraussetzung für die empfohlene Intensivierung des Wettbewerbs um Drittmittel unter Reduktion der Grundfinanzierung von Großforschungs- und Ressorteinrichtungen ist der uneingeschränkte Zugang dieser Institute zur entsprechend erhöhten Drittmittelförderung.

- (6) Viele Arbeitsgruppen der Großforschungseinrichtungen kooperieren eng mit den Hochschulen. In anderen Fällen bedarf es gezielter Anstrengungen beider Seiten, um das vom Wissenschaftsrat empfohlene Maß an Kooperation zu erreichen.
- (7) Die wissenschaftliche Beratung der Umweltforschungsprogramme des BMFT sollte gestärkt werden. Hierzu wird ein Ad-hoc-Bera-

tungsgremium „Umweltforschung“ bei programmatischen Weichenstellungen empfohlen, in dem Vertreter aller Bereiche der Umweltforschung vertreten sind.

Mit der Neustrukturierung der Forschungslandschaft in den neuen Ländern ist die Bedeutung der Blauen Liste für die Umweltforschung erheblich gewachsen. Für die Meeresforschung spielen die Blaue Liste-Institute in Deutschland die wichtigste Rolle, auch in der Atmosphären- und Gewässerforschung sowie den Agrarwissenschaften nehmen sie eine wichtige Stellung ein.

Als Institute mittlerer Größe und einer guten apparativen Ausstattung können Blaue Liste-Institute relativ umfangreiche und langfristige Forschungsprojekte auf einer breiten fachlichen Basis bearbeiten. Die gemeinsame Finanzierung durch Bund und Länder, die wissenschaftlichen Beiräte und die Satzungen sichern den Instituten ein hohes Maß an Forschungsfreiraum. Die Verbindung zu den Universitäten ist durch Kooperationsverträge und meist durch gemeinsame Berufungen festgeschrieben. Dadurch ist der Zugang zur Lehre einschließlich der Betreuung von Diplomanden und Doktoranden gesichert, ohne daß die Wissenschaftler des Blaue Liste-Instituts die volle Last der Lehre zu tragen haben. Blaue Liste-Institute spielen auch eine wichtige Rolle bei der Bildung des wissenschaftlichen Nachwuchses für die Umweltforschung. Sie sind Partner in Verbundprojekten, Ökosystemforschungszentren und Sonderforschungsbereichen der Umweltforschung und beteiligen sich intensiv an internationalen Forschungsprogrammen.

Der Wissenschaftsrat hält es für unerlässlich, daß auch bei allen Institutsneugründungen in den neuen Ländern die angestrebte enge Verbindung zu den Universitäten in Lehre und Forschung durch intensive gegenseitige Bemühungen hergestellt wird. Darüber hinaus sieht der Wissenschaftsrat bei mehreren Instituten noch Defizite in der internen und externen Kooperation in der Umweltforschung.

Umweltforschung wird in zehn Instituten der Fraunhofer-Gesellschaft betrieben. Im Vordergrund stehen insbesondere die Atmosphären- und Aerosolforschung, ökologische Chemie und Ökotoxikologie sowie die Analytik und eine Reihe von Umwelttechniken. Fraunhofer-Institute haben auf den genannten Gebieten wertvolle Beiträge zur Umweltforschung geleistet. Sie können eine wichtige Stellung zwischen der Grundlagenforschung, wie sie überwiegend in den Universitäten und Blaue Liste-Instituten betrieben wird und der Industrieforschung einnehmen. Mit dem Forschungsspektrum der Großforschungseinrichtungen gibt es Überschneidungen, wobei die Fraunhofer-Institute durch ihre Auftragsbindung und ihre Statuten oftmals flexibler, aber mit geringerer Kontinuität arbeiten.

Die Mittel für die Umweltforschung an den Fraunhofer-Instituten stammen – je nach Institut – überwiegend oder fast ausschließlich von öffent-

lichen Auftraggebern. Die Verknappung der öffentlichen Forschungsmittel führt daher in einigen Fraunhofer-Instituten zu einer schwierigen Situation, die den Spielraum der FhG in der Umweltforschung schrumpfen läßt.

Die Max-Planck-Gesellschaft bietet aufgrund ihrer Charakteristika – freie Themenwahl, Orientierung an der wissenschaftlichen Relevanz, sehr gute Ausstattung sowie Offenheit für transdisziplinäre Themen und Arbeitsformen – gute Bedingungen für die erkenntnisorientierte Umweltforschung. In den letzten Jahren ist es in der MPG zu einer stärkeren Hinwendung zur Ökologie gekommen.

Der Wissenschaftsrat hält es für wichtig, daß die leitenden Wissenschaftler der Max-Planck-Institute an der Lehre beteiligt werden, damit die erarbeiteten Forschungsergebnisse rasch Eingang in die Lehre finden und Examenskandidaten die guten Arbeitsmöglichkeiten der Institute offenstehen. Die für die Umweltforschung besonders wichtigen Institute für Meteorologie und Limnologie, aber auch die beiden mikrobiologisch orientierten Neugründungen in Bremen und Marburg erfüllen diese Forderungen bereits sehr gut.

Einige Bundes- und Landesministerien haben Forschungsanstalten in Form von Behörden errichtet, die primär hoheitliche Beratungs- und Dienstleistungsaufgaben haben, die aber auch umweltrelevante, meist angewandte Forschung betreiben, vor allem in den Agrar- und Gesundheitswissenschaften, aber auch in Sektoren der Meeres- und Fischereiforschung, Geowissenschaften und Meteorologie. In den 80er Jahren ist in der Mehrzahl der Anstalten der Forschungsfreiraum reduziert worden und der Anteil direkt weisungsgebundener Forschung gewachsen. Eine Sonderstellung nimmt das Umweltbundesamt ein, das ohne eigene Forschung zu betreiben, dem Management der Umweltforschung und der Beratung des BMU dient.

Der Wissenschaftsrat sieht in den Forschungsanstalten der Bundes- und Landesressorts wichtige Träger der Umweltforschung. Die Summe der dort vorhandenen Kapazitäten für die Umweltforschung erscheint zumindest ausreichend. Nach seiner Auffassung könnte die wissenschaftliche Rolle der Ressorteinrichtungen noch verstärkt werden, ohne die anderen Aufgaben der Einrichtungen zu vernachlässigen oder andererseits deren Haushalte auszuweiten oder neue Institute zu gründen. Er empfiehlt statt dessen eine engere Zusammenarbeit mit Universitäten, Fachhochschulen und den außeruniversitären Instituten. Die ganze Kooperationspalette könnte dabei zum gegenseitigen Nutzen eingesetzt werden.

Der Förderung der Mobilität der Wissenschaftler der Ressortforschungsanstalten, der verstärkten Öffnung für Doktoranden und Nachwuchswissenschaftler und der Erhöhung der Reisetats für Kongreß- und Studienreisen sowie für die Einladung von wissenschaftlichen Gästen mißt der Wissenschaftsrat große Bedeutung zu.

Die Koordination der Umweltforschung zwischen der Bundes- und der Landesebene außerhalb der gemeinsamen Bund-Länder-Programme ist verbesserungsbedürftig. Beispiele für Defizitbereiche sind: unabhängige Datensammlungen und Umweltinformationssysteme, sich überschneidende Menetze, mangelnder Datenfluß über Ländergrenzen.

Zur wirksameren Koordination der umweltbezogenen Forschung des Bundes regt der Wissenschaftsrat einen in mehrjährigem Turnus aufgestellten Umweltforschungsbericht an. Dieser sollte sich nicht auf die Zusammenstellung der von den einzelnen Ressorts finanzierten Institutionen und Projekte beschränken, sondern zu einer gemeinsamen Problemaufbereitung, zur Benennung von Prioritäten und Posterioritaten und zur Formulierung von gemeinsamen Programmen kommen. Solche gemeinsamen Programme, wie es sie z. B. zwischen BMFT und BMU sowie BMFT und BMG bereits gibt, haben sich nach den Eindrücken des Wissenschaftsrates bewährt und sollten auch für weitere Gebiete vorgesehen werden, z. B. für die Kooperation zwischen BMFT, BMZ und BML hinsichtlich der Umweltforschung in Ländern der Dritten Welt.

Für die Umweltforschung sind Serviceeinrichtungen von großer Bedeutung. Dazu zählen Forschungsschiffe und -flugzeuge, Rechenzentren, Proben- und Datenbanken, Taxonomische Zentren, Meß- und Überwachungsnetze. Der Wissenschaftsrat betont die Notwendigkeit, daß diese Einrichtungen den sich wandelnden Bedürfnissen der Umweltforschung jeweils angepaßt werden, soweit es ihre anderweitigen Zweckbestimmungen und die Erhaltung der Kontinuität von Meß- und Überwachungsprogrammen erlauben. Der vollen Nutzung der Einrichtungen und ihrer Produkte für wissenschaftliche Zwecke stehen die o. g. Mangels in der Kompatibilität der Datenreihen und andererseits die mitunter praktizierte Vollkostenrechnung entgegen. Hier sieht der Wissenschaftsrat Handlungsbedarf seitens der Finanztrager.

IV. Zusammenfassende Empfehlungen zur institutionellen Struktur der Umweltforschung

- (1) In den Hochschulen müssen die Bedingungen für die Bildung von interdisziplinären Forschungsschwerpunkten unter Einbeziehung der Rechts-, Wirtschafts-, Sozial- und Verhaltenswissenschaften verbessert werden.
- (2) Von entscheidender Bedeutung sind strukturbildende, längerfristig angelegte Formen der Drittmittelförderung für fachübergreifende Themen und Programme (Sonderforschungsbereiche, Graduiertenkollegs, Forschergruppen, Ökosystemforschungszentren, Institute auf Zeit, Forschungsverbünde und interdisziplinäre Schwerpunktprogramme) in Ergänzung zur bislang vielfach dominierenden Förderung kurzfristiger Einzelprojekte.

- (3) Zwischen Arbeitsgruppen, die auf dem gleichen Gebiet arbeiten, sollten Forschungsverbände geschaffen werden, um die Kommunikation zu fördern und gemeinsame Projekte im Rahmen eines übergeordneten Forschungsprogramms zu ermöglichen. Die Forschungsförderer sollten in geeigneten Fällen wirksame Verbundstrukturen zur Bedingung bei der Bewilligung von Fördermitteln machen und die für das Funktionieren der Verbände erforderlichen Managementaufgaben in die Förderung einbeziehen.
- (4) Die Zusammenarbeit zwischen Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen sollte mit Hilfe des vielfältigen Katalogs erprobter Maßnahmen (gemeinsame Berufungen, SFB, Graduiertenkollegs u. ä.; Beteiligung der Wissenschaftler der Forschungsinstitute an der Lehre) ausgebaut werden.
- (5) Erfolgreiche Umweltforschung verlangt nur in wenigen Fällen nach großen Geräten, Mittelkonzentrationen und Managementstrukturen. Anzustreben sind daher in erster Linie überschaubare Institute kleiner bis mittlerer Größe in enger Verschränkung mit Hochschulen.
- (6) Großforschungseinrichtungen und Ressortforschungsanstalten, aber auch manche andere Umweltforschung betreibende Institute sind in ihrer Personalstruktur wenig flexibel. Der Wissenschaftsrat empfiehlt eine Erhöhung des Anteils an Zeit- und Projektstellen. Er hält darüber hinaus eine ausgewogene Mischung aus institutioneller Grundfinanzierung und erfolgsabhängiger Drittmittelförderung für eine wichtige Voraussetzung erfolgreicher Umweltforschung.

V. Empfehlungen zur Drittmittelförderung

Zur Projektförderung des BMFT

Das BMFT ist dabei, die Vielzahl von Projekten der Umweltforschung in den Hochschulen in längerfristige, koordinierte Forschungsprogramme einzubauen. Der Wissenschaftsrat begrüßt derartige Ansätze, die nicht kurzatmig angelegt sein dürfen und der Grundlagenforschung sowie dem wissenschaftlichen Wettbewerb genügend Raum lassen müssen.

Der Wissenschaftsrat sieht in den vom BMFT getragenen Ökosystemforschungszentren ein gelungenes Beispiel für programmorientierte, interdisziplinäre „Institute auf Zeit“. Sie sollten zu einem überregional und international abgestimmten Netz von Schwerpunkten der Umweltforschung in den Hochschulen und hochschulnahen Instituten, insbesondere in den neuen Ländern ausgebaut werden.

Der Wissenschaftsrat regt an, für die in der deutschen Umweltforschung defizitären Gebiete Ökotoxikologie, Mikrobiologie und Toxikologie des

Bodens und des Grundwassers, Tropenökologie, Taxonomie und Mobilitätsforschung (Umwelt und Verkehr), in denen es an leistungsfähigen Schwerpunkten mangelt, einzelne „Institute auf Zeit“ in oder an Hochschulen zu gründen. Voraussetzung ist dabei, daß die Programme eine längerfristige (etwa 10 bis 12 Jahre) Stabilität haben, damit sie für die sie tragenden Hochschulen und Länder kalkulierbar bleiben.

Drittmittelförderung durch die DFG

Auch hinsichtlich der Drittmittelförderung der Umweltforschung durch die DFG sieht der Wissenschaftsrat die Notwendigkeit des vermehrten Einsatzes strukturbildender Förderinstrumente, die vor allem die inter- und intradisziplinäre Zusammenarbeit fördern. In den Rechts-, Wirtschafts-, Sozial- und Verhaltenswissenschaften gibt es hier besonderen Handlungsbedarf. Der Wissenschaftsrat würdigt besonders die positive Rolle der Sonderforschungsbereiche, Forschergruppen und Graduiertenkollegs sowie der Schwerpunktprogramme als unentbehrliche Förderinstrumente neben den disziplinären Einzelvorhaben im Normalverfahren.

Der Wissenschaftsrat empfiehlt, disziplinübergreifende Forschungsprojekte mit Umweltrelevanz gezielt zu ermutigen und ihnen – ohne Abstriche bei den wissenschaftlichen Qualitätsanforderungen – besondere Aufmerksamkeit im Begutachtungs- und Förderungsverfahren zu schenken.

VI. Internationale Umweltforschungsprogramme und internationale Kooperation der deutschen Umweltforschung

Auf vielen Themenfeldern bedarf Umweltforschung einer internationalen Konzeption und der Kooperation mit Partnern im Ausland, um grenzüberschreitende Probleme angemessen zu erfassen, vergleichende Bewertungen zu ermöglichen und komplexe Analysen globaler Prozesse durchzuführen. In der Klima-, Meeres- und Polarforschung sind deutsche Wissenschaftler und Institute erfolgreich in die internationalen Programme eingebunden. Dagegen sollte in der terrestrischen Umweltforschung die europäische und die globale Dimension noch verstärkt werden. Beim deutschen Beitrag zum „Man and the Biosphere Programme“ handelt es sich überwiegend um die Schaffung von Ökosystemzentren und Biosphären-Reservaten, die primär nationalen Interessen dienen.

Von den Mitteln des III. Rahmenprogrammes (1990-1994) der EU in Höhe von ca. 13,2 Milliarden DM sind für den Umweltbereich ca. 1,17 Milliarden DM (8,9 %) vorgesehen. Der Wissenschaftsrat begrüßt die verstärkte Förderung der Umweltforschung durch die EU. Der den EU-Programmen inhärente Zwang zu grenzüberschreitender Zusammenarbeit ist für viele Gebiete der Umweltforschung vorteilhaft.

Im Vergleich zum deutschen Finanzaufwand für die europäischen und globalen Projekte und Programme ist die Rolle der deutschen Wissenschaft bei der Konzipierung und Steuerung dieser Programme meist bescheiden. Ursache hierfür dürfte z. T. die relativ kleine Anzahl deutscher Wissenschaftler in internationalen Gremien, Organisationen und Planungsstäben sein. Der Wissenschaftsrat empfiehlt Bund und Ländern sowie den Institutsdirektoren, Nachwuchswissenschaftler zu fördern, wenn sie sich für derartige Aufgaben interessieren.

VII. Empfehlungen zur umweltbezogenen Lehre

Das Interesse der Studenten an umweltbezogenen Fachgebieten, Studienrichtungen und Studiengängen übersteigt seit Jahren die hierfür in den Hochschulen zur Verfügung stehenden Studienmöglichkeiten. Inzwischen gibt es rd. 100 verschiedene weiterführende umweltbezogene Studienangebote. Ihre rasche Ausweitung, die Schwierigkeiten ihrer Abgrenzung von den etablierten Studiengängen und die Uneinheitlichkeit in der Terminologie haben zu einer unübersichtlichen Lage geführt. Vier Hauptrichtungen lassen sich erkennen: die naturwissenschaftlich-analytische, bodenkundlich-pflanzenbauliche, planerisch-gestalterische und ingenieurwissenschaftlich-technische Ausrichtung der umweltrelevanten Studiengänge.

Ebenso wie für die Forschung betont der Wissenschaftsrat auch für die Lehre, daß die Umwelt nicht Gegenstand einer speziellen wissenschaftlichen Disziplin und eines hierauf spezialisierten Studiengangs sein kann. Erkenntnisse über die Umwelt und das Verständnis der vielfältigen Zusammenhänge zwischen Mensch und Umwelt sollten in allen einschlägigen Studiengängen gelehrt werden. Die Komplexität des Gegenstandes läßt es nicht zu, Umwelt zum Reservat einer oder weniger Fachdisziplinen oder spezialisierter Studiengänge zu machen.

Auf der Basis einer kritischen Bewertung des Lehrangebotes in Grund-, Haupt- und Aufbaustudium sowie in Weiterbildungsprogrammen der Hochschulen für die verschiedenen Zweige der Umweltforschung empfiehlt der Wissenschaftsrat den Hochschulen und den Ländern:

- (1) Die Hochschulen sollten Lehrveranstaltungen, die für ein fachübergreifendes Studienprogramm geeignet sind, zusammenfassen bzw. entwickeln und es ergänzend in geeigneten Formen (z.B. Ringvorlesungen, Studium Generale) anbieten.
- (2) Die Integration umweltbezogener Lehrinhalte in das grundständige Studium muß weitergehen und sollte Vorrang vor dem Neuaufbau von Kapazitäten haben. Dies ist eine Aufgabe der Studienreform.
- (3) Umweltbezogene Studiengänge bedürfen eines ausreichenden fachwissenschaftlichen Fundaments und entsprechend auf diese Stu-

diengänge ausgerichteter Lehrinhalte aus anderen Disziplinen, insbesondere der Wirtschafts-, Rechts- und Gesellschaftswissenschaften.

- (4) Das Angebot an Aufbaustudiengängen mit umweltbezogenen Lehrinhalten sollte in Hinblick auf den Übergang der Absolventen in den Arbeitsmarkt überprüft werden.

Stellungnahme
zur Umweltforschung in Deutschland

Teil A:
Inhaltliche Aspekte der Umweltforschung

A: Inhaltliche Aspekte der Umweltforschung

I. Umwelt als Forschungsgegenstand

Umwelt und Umweltbelastungen stehen seit Jahren im Mittelpunkt eines breiten Interesses von Öffentlichkeit und Politik. Damit einhergehend – teilweise bevor sich ein breites öffentliches Interesse dokumentierte – haben sich Wissenschaftler aus verschiedenen Disziplinen vermehrt umweltrelevanten Themen zugewandt. Dabei ist der Begriff dessen, was unter Umwelt und Umweltforschung zu verstehen ist, das Ergebnis eines noch jungen und nicht abgeschlossenen Prozesses.

In den 60er Jahren, als Umweltgefährdungen überwiegend als regional begrenzte und/oder Einzelprobleme angesehen wurden, förderten DFG, der Verein Deutscher Ingenieure (VDI), und der BMFT Luft, Lärm und Wasser betreffende Forschungsfelder.¹⁾ 1971 richtete die DFG den Senatsausschuß für Umweltforschung (SAUF) ein,²⁾ 1972 die Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen (AGF) den Koordinierungsausschuß für Umweltforschung. 1971 wurde das erste Umweltprogramm der Bundesregierung verabschiedet³⁾ und ein Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) eingerichtet.⁴⁾ International wurde das Thema „Umwelt“ erstmals 1972 auf der Konferenz der Vereinten Nationen in Stockholm diskutiert.

Nach der sich in der Studie des Club of Rome (1972) manifestierenden Besorgnis um die Erschöpfung der natürlichen Ressourcen und den beiden Energiekrisen von 1974 und 1979 standen bis Mitte der 80er Jahre Gewinnung, Sicherung und Schonung knapper Ressourcen im Vordergrund des Interesses. Hinzu kamen in Deutschland die Befürchtungen um die dauerhafte Schädigung der Waldbestände und damit zusammenhängend die Belastung der Böden.⁵⁾ Seither hat sich das Feld der Umweltforschung ausgedehnt und vielfältig aufgefüllt, wobei in jüngerer Zeit zunehmend über Umweltveränderungen globalen Ausmaßes, die durch anthropogene Einwirkungen hervorgerufen werden, gearbeitet wird. Neben der Sorge um das Aussterben von Pflanzen und Tierarten stehen mögliche Klimaveränderungen durch erhöhte CO₂-Konzentrationen

1) Schwerpunktprogramme der Deutschen Forschungsgemeinschaft: „Reinhaltung der Luft“ seit 1960, „Lärmforschung“ seit 1962 und „Schadstoffe im Wasser“ seit 1969. Vgl. DFG: Tätigkeitsbericht 1970, Wiesbaden 1970, S. 80; VDI-Kommission „Reinhaltung der Luft“ seit 1958 und VDI-Kommission „Lärminderung“ seit 1965. Vgl. Günther Küppers, Peter Lundgreen und Peter Weingart: Umweltforschung – die gesteuerte Wissenschaft?, Frankfurt a. M. 1978, S. 33 und 34.

2) Deutsche Forschungsgemeinschaft: Tätigkeitsbericht 1971, S. 160/161.

3) Deutscher Bundestag, Drucksache VI/2710.

4) Erlaß über die Einrichtung eines Rates von Sachverständigen für Umweltfragen des Bundesministers des Innern vom 28. Dezember 1971.

5) Vgl. zu Waldschadensforschung und nachwachsenden Rohstoffen Kapitel A.II.2.; zu Ressourcengewinnung z. B. die Ausführungen zur Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, Kapitel C.II.3.1.

nen im Mittelpunkt.⁶⁾ Unter dem Titel „Our Common Future“ veröffentlichte die „World Commission on Environment and Development“ 1987 ihren Abschlußbericht (Brundtland-Bericht) und führte damit die „nachhaltige Entwicklung“ (sustainable development) als Zielvorstellung umweltverträglichen Wirtschaftens und als Ansatz zur Lösung der Umwelt- und Entwicklungsproblematik in die öffentliche Diskussion ein. Im gleichen Jahr betonte der Sachverständigenrat für Umweltfragen in seinem dritten Umweltgutachten die Notwendigkeit einer sektorübergreifenden Umweltpolitik.⁷⁾

Seit einiger Zeit rückt die Zusammenschau der vielen interagierenden Einzelkomponenten und -faktoren und damit die Komplexität des Systems Umwelt stärker in den Vordergrund von Politik und Wissenschaft. Die Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro im Jahre 1992 unterstrich die globale Dimension des Umweltthemas, ebenso die internationalen Konventionen zum Schutz der Umwelt (Klimakonvention, Konvention über die Biologische Vielfalt, Walderklärung, Deklaration zur Umwelt und Entwicklung und die AGENDA 21). In diesem Zusammenhang ist auch die Einrichtung des Wissenschaftlichen Beirates „Globale Umweltveränderungen“ (WBGU) durch die Bundesregierung im Mai 1992 zu sehen.⁸⁾

Seit den 70er Jahren ist die Umweltforschung erheblich ausgeweitet worden. Sie hat auf vielen Feldern in umfassender Weise Schadsymptome und Veränderungsindikatoren erfaßt und auf der Basis dieser Daten Modelle zur Erklärung der Umweltveränderungen erarbeitet. Auf mehreren Gebieten liegen auch systemare, interdisziplinäre und präventiv orientierte Forschungsarbeiten vor. Diese sind darauf ausgerichtet, die Wechselwirkungen innerhalb der Natursphäre sowie – bei umfassenden Modellen – auch zwischen Natur- und Anthroposphäre zu verstehen.

In der DDR wurden zwar Umweltdaten in erheblichem Umfang sowie mit großer Kontinuität erhoben, jedoch nicht systematisch analysiert. Mit Ausnahme einiger methodisch und theoretisch arbeitender Gruppen erhielten die Umweltforscher zumeist keine Gelegenheit, ihre Ergebnisse zu publizieren.⁹⁾ Die seit 1971 an der Akademie der Wissenschaften bestehende Klasse „Umweltschutz und Umweltgestaltung“ wurde 1985 aufgelöst, da sie den verstärkten Forderungen nach Geheimhaltung nicht genügte. Sie wurde durch einen Wissenschaftlichen Rat mit ausge-

6) OECD: Wissenschafts- und Technologiepolitik. Bilanz und Ausblick 1991, Paris 1992, S. 68-70.

7) Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen: Umweltgutachten 1987, Stuttgart und Mainz 1987.

8) Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltveränderungen: Welt im Wandel: Grundstruktur globaler Mensch-Umwelt Beziehungen, Jahresgutachten 1993, Bremerhaven 1993.

9) Wissenschaftsrat: Stand und Perspektiven der Umweltforschung in den neuen Ländern – Zweiter Zwischenbericht. In: Wissenschaftsrat: Empfehlungen und Stellungnahmen 1991, Köln 1992, S. 178.

suchter personeller Zusammensetzung ersetzt, der öffentlich nicht in Erscheinung trat. Nach der politischen Wende und dem Bekanntwerden der vorhandenen Daten sowie angesichts der regional teilweise schwerwiegenden Umweltschädigungen haben viele Arbeitsgruppen in Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen Umweltthemen aufgegriffen.

Der Begriff Umwelt wird unterschiedlich definiert. Nach einer Definition des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen (1987) ist Umwelt „der Komplex der Beziehungen einer Lebensinheit zu ihrer spezifischen Umgebung“. Umwelt ist stets auf Lebewesen oder – allgemeiner gesagt – biologische Systeme bezogen. Der WBGU (1993) versteht unter Umwelt die „Gesamtheit aller Prozesse und Räume, in denen sich die Wechselwirkung zwischen Natur und Zivilisation abspielt. Somit schließt ‚Umwelt‘ alle natürlichen Faktoren ein, welche von Menschen beeinflusst werden und diese beeinflussen.“¹⁰⁾

Umweltforschung umfaßt demnach die Beschreibung und Analyse des Zustands der Umwelt, die Analyse ihrer Veränderungsprozesse und die Entwicklung von Problemlösungen und -techniken. Hierbei kommen auch mathematisch-naturwissenschaftliche Verfahren der Modellbildung zum Einsatz, die zum Ziel haben, Umweltsysteme zu verstehen. Die in der Umweltforschung aufgeworfenen Fragestellungen machen an den jeweils historisch gewachsenen Grenzziehungen der verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen nicht halt. So ist auch die Forschung, die die Umwelt zum Gegenstand hat, keine wissenschaftliche Disziplin im herkömmlichen Sinne. Einerseits ist die spezialisierte disziplinäre Forschung für Probleme der Umweltforschung unverzichtbar als Quelle des Erkenntnisfortschrittes, andererseits erfordert die Bearbeitung vieler Umweltthemen interdisziplinäre Konzepte und Lösungswege und damit auch die Zusammenarbeit von Wissenschaftlern unterschiedlicher fachlicher Herkunft.

Zu den umweltrelevanten Disziplinen zählen auch die Wirtschafts-, Rechts-, Sozial- und Verhaltenswissenschaften sowie die Geisteswissenschaften, soweit sie zur Analyse der Ursachen von Umweltproblemen sowie zum Verständnis von adaptiven und präventiven Aktivitäten und Strategien beitragen. Entsprechend erarbeiten nicht nur Natur- und Ingenieurwissenschaftler sowie Mediziner, sondern auch Wissenschaftler der o. g. Disziplinen Beiträge sowohl zur Analyse von Mensch-Umwelt-Verhältnissen als auch zur Vermeidung, Begrenzung und Beseitigung von Umweltschäden.

Die nachfolgenden Ausführungen zu den Aufgaben der Umweltforschung gehen zunächst ein auf die naturwissenschaftlichen Kategorien Boden, Wald, Ökosysteme, Ökotoxikologie, Wasser, Luft und Atmosphäre.

10) Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltveränderungen: a. a. O., S. 14.

re, Meere und Polargebiete. Gesondert behandelt werden die Themen Naturschutz und Landschaftspflege. Im Abschnitt Umweltbewußtsein und -verhalten werden rechtliche und wirtschaftliche, soziale und psychologische, historische und pädagogische Dimensionen von Mensch-Umwelt-Beziehungen angesprochen. Weitere Unterkapitel behandeln die Zusammenhänge zwischen Umwelt und Gesundheit sowie Umwelt und Technik. Das letzte Kapitel thematisiert den Beitrag der deutschen Umweltforschung für und in Regionen außerhalb Europas, insbesondere in den Tropenländern. Der Wissenschaftsrat geht von einem weitgefaßten Umweltbegriff aus. Allerdings bleiben die auch unter Umweltforschung subsumierbaren Themen Materialforschung, Energieforschung, Nachwachsende Rohstoffe sowie Sicherheitsforschung, Naturkatastrophen und Katastrophenschutz in diesem Bericht weitgehend ausgespart.

II. Aufgabenfelder der Umweltforschung – Beschreibung und übergreifende Bewertung –

II. 1. Boden

Intakte, fruchtbare Böden bilden – neben sauberer Luft, reinem Wasser und günstigen Klimabedingungen – die Voraussetzung für das Leben auf der Erde. Böden sind die mit Wasser, Luft und Lebewesen durchsetzten Umwandlungsprodukte von Gesteinen und toter Biomasse. In Böden treffen die beiden großen übergeordneten Kreisläufe terrestrischer Ökosysteme zusammen: der von der Sonne getriebene Aufbau von Biomassen durch die Aufnahme von Wasser und Nährstoffen sowie der Abbau dieser Biomassen durch die Bodenorganismen und die damit verbundene erneute Bereitstellung von Pflanzennährstoffen.

Als offene Systeme unterliegen Böden der Zu- und Abfuhr von Stoffen. Je nach den Filter- und Puffereigenschaften der Böden kann der Stofftransfer in die Nahrungskette, in das Grundwasser, in die Oberflächengewässer und in die Atmosphäre erfolgen. Diese Vorgänge betreffen natürliche Stoffe wie auch Stoffe anthropogener Herkunft. Die meisten der von Menschen produzierten Stoffe gelangen früher oder später auf die Böden oder in die Gewässer. Dabei findet oft eine Akkumulation von persistenten Schadstoffen in der Bodendecke statt. Da die Böden ein wesentliches Kompartiment der menschlichen Umwelt sind, ist Bodenforschung im weiteren Sinne Umweltforschung. Im engeren Sinne betrifft die umweltspezifische Bodenforschung die Erkundung von Prozessen, die die normalen Funktionen der Bodendecke im jeweiligen Ökosystem gefährden.

Die Erforschung der Funktionsgefährdung der Bodendecke beinhaltet u. a. folgende Themenbereiche:

- Das Verhalten natürlicher und anthropogener fester, gelöster und gasförmiger Stoffe (Industrie- und Agroorganika, z. B. Klärschlamm,

Pflanzenschutzmittel, Düngestoffe) in der Bodendecke und ihr Einfluß auf die Bodenlebewelt sowie auf Pflanzen und Nahrungsketten,

- die Bodenversauerung und -versalzung,
- den durch Nutzung initiierten Bodenverlust durch Wasser und Wind-erosion,
- den Abbau von Humus und die Bodengefügeverschlechterung,
- den Bodenverlust durch Versiegelung der Landschaft.

Die Untersuchungen zur Belastung der Böden konzentrieren sich auf Schwermetalle und andere Schadelemente sowie die Belastung mit organischen Substanzen und Säuren bzw. Säurebildnern und deren ökologische Konsequenzen. Speziell in landwirtschaftlich genutzten Böden wird das Verhalten von Pflanzenschutzmitteln sowie von Nährstoffen (z. B. Nitrat) untersucht. Über das Verstehen der Schadeffekte hinaus versucht die Bodenforschung, zukünftige Schädigungen zu prognostizieren und Strategien zur Sanierung der Böden und zum Bodenschutz zu entwickeln.

Als Stätten der Bodenforschung sind besonders die Institute für Bodenkunde der land- und forstwissenschaftlichen Fakultäten zu nennen, die geologische, geographische und analytische Ansätze in der Zusammenschau mit dem Verhalten und der Regenerations- und Regenerierungsfähigkeit von Bodenfauna und Mikroorganismen vereinen. In einer Reihe von Sonderforschungsbereichen und Graduiertenkollegs in den Geo-, Agrar- und Forstwissenschaften werden umweltbezogene Themen behandelt:

- SFB 69 „Geowissenschaftliche Probleme in ariden und semiariden Gebieten – Entwicklung und Potential kratonaler Großstrukturen“, TU Berlin;
- SFB 137 „Gesetzmäßigkeiten und Steuerungsmechanismen des Stoffumsatzes in ökologischen Systemen“, U Bayreuth;
- SFB 179 „Wasser- und Stoffdynamik in Agrar-Ökosystemen“, TU Braunschweig;
- SFB 327 „Wechselwirkungen zwischen abiotischen und biotischen Prozessen“, U Hamburg;
- SFB 350 „Wechselwirkungen kontinentaler Stoffsysteme und ihre Modellierung“, U Bonn;
- Graduiertenkolleg „Dynamik globaler Kreisläufe im System Erde“, U Kiel;

- Graduiertenkolleg „Organismische Interaktionen in Waldökosystemen“, U Tübingen;
- Graduiertenkolleg „Landwirtschaft und Umwelt“, U Göttingen.

Die ökosystemare Betrachtung umweltrelevanter Prozesse in der Bodendecke steht besonders in den Ökosystemzentren an den Universitäten Bayreuth, Göttingen, Kiel und München im Vordergrund¹¹⁾, wie auch bei den an einigen Universitäten mit unterschiedlichem Status und Zielsetzung bestehenden interdisziplinären Zusammenschlüssen; so z. B. die Interfakultative Arbeitsgemeinschaft Grundwasser- und Bodenschutz in Karlsruhe und das Zentrum für Boden- und Wasserschutz, Raumplanung und Umweltrecht in Bonn.

Außerhalb der Universitäten ist der Boden Forschungsgegenstand einiger Institute von Ressortforschungseinrichtungen:

- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover;
- Bundesgesundheitsamt, Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene (WaBoLu), Berlin;
- Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig;
- Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), Braunschweig;
- Geologische Landesämter.

Der Boden steht ferner im Mittelpunkt von Arbeiten des Blaue Liste-Instituts für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) in Müncheberg sowie einiger Arbeitsgruppen des Umweltforschungszentrums (UFZ) Leipzig-Halle. Die Grundlagenforschung zu den Bodenmikroorganismen ist durch die Gründung von zwei Max-Planck-Instituten in Marburg und Bremen gestärkt worden. Spezielle Untersuchungen unter Einsatz der Tracertechnik werden besonders in den Großforschungseinrichtungen GSF, München, KFA, Jülich und UFZ, Leipzig-Halle durchgeführt. Diese Arbeiten sind zumeist in größere Programme der Ökosystemforschung eingebettet.

Unter dem Programmschwerpunkt „Standortgerechte Bewertung chemischer Bodenbelastungen“ im Rahmen des Forschungsverbundes „Umweltvorsorge“ sind die Forschungsaktivitäten der Großforschungseinrichtungen zur Bodenforschung (GSF, UFZ, KFA, GKSS, KfK, GBF) gebündelt worden.¹²⁾ Über die Arbeiten zu Stoffeinträgen, deren Trans-

11) Vgl. Kapitel A. II. 3. Ökosysteme sowie die Einzelstellungennahmen im Teil C.

12) Vgl. zum Forschungsverbund „Umweltvorsorge“ Teil B.II.4.

formation, Wirkung und Austragen soll eine bessere Quantifizierung und Bewertung der Auswirkungen von Schadstoffeinträgen (einschließlich anorganischer und organischer Düngemittel) aus industriellen und militärischen Altlasten auf den Boden sowie der vom Boden ausgehenden Belastung von Wasser, Luft und Nahrungsketten erreicht werden.

Stellungnahme

Die Bodenforschung mit ihrer Hinwendung zur Betrachtung des Bodens als Kompartiment im ökosystemaren Zusammenhang ebenso wie die Erforschung der Bedeutung des Bodens für die Stoff- und Energiebilanz ganzer Landschaften ist ein wichtiges, zukunftssträchtiges Forschungsfeld. Hierzu gehören auch Fragen der Mikrobiologie und Toxikologie des Bodens im Zusammenhang mit der Entsorgung von Abfällen. Der Wissenschaftsrat begrüßt die zunehmende Bündelung von Forschungskapazitäten und deren Ausrichtung auf klar umrissene und den Wechselbeziehungen des Bodens in ihrer Komplexität gerecht werdende Fragestellungen. Weitere Synergieeffekte sind möglich und notwendig.

Der Wissenschaftsrat empfiehlt, die Bodenforschung künftig noch stärker in regionalen Verbänden zusammenzuführen. So werden z. B. die Altlastenerkundung und die Erstellung von Schadstoffkatastern bislang meist in regionalen Einzelprojekten disziplinär konkurrierend von Geologen, Bodenkundlern/Agrarwissenschaftlern und Geographen betrieben. Die hier teilweise zu beobachtende Verzettelung sollte rasch überwunden werden.

Der Wissenschaftsrat würdigt die erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen Großforschungseinrichtungen und Universitäten, wie sie z. B. im Forschungsverbund Agrarökosysteme München (FAM) zwischen der TU München und dem GSF-Forschungszentrum für Umwelt praktiziert wird. Dabei werden aber die Stärken der Großforschungseinrichtungen, die in ihrer langfristigen programmatischen Steuerung sowie der meßtechnischen, experimentellen und analytischen Möglichkeiten liegen, in der Bodenforschung bisher nur partiell genutzt. Der Wissenschaftsrat bekräftigt in diesem Zusammenhang seine Empfehlung zur Bildung institutsübergreifender Arbeitsgruppen und Verbundprojekte sowie zur stärkeren Beteiligung der außeruniversitären Institute an Sonderforschungsbereichen und Graduiertenkollegs, wie dies z. B. in der Meeresforschung erfolgreich praktiziert wird.¹³⁾ Um Synergieeffekte zu erzielen, sollte der Forschungsverbund „Umweltvorsorge“ der Großforschungseinrichtungen für Institute oder interdisziplinäre Zusammenschlüsse stärker geöffnet werden.

13) Vgl. Wissenschaftsrat: Empfehlungen zur Zusammenarbeit von Großforschungseinrichtungen und Hochschulen, Köln 1991, S. 77.

II. 2. Wald

Zu Beginn der 80er Jahre wurden erste alarmierende Meldungen über großflächige, neuartige Waldschäden bekannt, die zunächst unter dem Schlagwort „saurer Regen“, dann „Waldsterben“ erhebliche Reaktionen in Politik,¹⁴⁾ Öffentlichkeit und Forschung auslösten. Die Forschung griff dieses Problem rasch auf. Sowohl an außeruniversitären Forschungseinrichtungen wie GSF München, KFA Jülich, GKSS Geesthacht, FAL Braunschweig und BFH Hamburg und an Einrichtungen der Länder als auch an den forst- und geowissenschaftlichen sowie biologischen Fakultäten wurden zunächst weitgehend punktuelle, wenig abgestimmte Arbeiten aufgenommen, denen ein interdisziplinärer Ansatz fehlte. Demzufolge gab es viele Spekulationen und Hypothesen. Erste Forschungsschwerpunkte konzentrierten sich auf Stoffflüsse in Böden (Göttingen), auf die Erfassung der Schadstoffeinträge und auf die Ursachenforschung. Unterstützt wurden die physiologischen Forschungen durch das DFG-Schwerpunktprogramm „Baumphysiologie“¹⁵⁾ und die später initiierte internationale Zusammenarbeit im darauf abgestimmten Europäischen Forschungsverbund zur Erforschung der Physiologie des Baumes (EUROSILVA). Die Ursachenforschung war neben flankierenden forstlichen Maßnahmen und solchen zur Luftreinhaltung ein wesentliches Ziel des Aktionsprogramms der Bundesregierung „Rettet den Wald“, das 1983 erstmals formuliert und 1989 zum dritten Mal fortgeschrieben wurde.

1983 wurde zur Koordinierung der Waldschadensforschung eine Interministerielle Arbeitsgruppe des Bundes und der Länder (IMA) eingerichtet. Seither haben Bund und Länder mehr als 800 Forschungsvorhaben gefördert, die thematisch und regional zu Schwerpunkten zusammengefaßt wurden. Diese IMA wurde von einem Forschungsbeirat unterstützt, der bis 1989 in drei umfangreichen Berichten den Stand der Forschung dargelegt und Wissenslücken und künftigen Forschungsbedarf aufgezeigt hat.¹⁶⁾ Auch in den Ländern gab es Initiativen zur Förderung und Koordination der Forschung, so z. B. in Nordrhein-Westfalen (Schwerpunkt Biochemie), Baden-Württemberg im Rahmen des Projektes Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen zur Luftreinhaltung (PEF) mit dem Förderschwerpunkt Einwirkung von Luftschadstoffen auf Waldökosysteme (Auswirkungen von Restabilisierungsmaßnahmen und Immissionen auf den N- und S-Haushalt der Öko- und Hydro-

14) Seit 1982 informiert das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten jährlich über die Ergebnisse der amtlichen Schadenserhebung. Seit 1986 werden die Waldschäden in den meisten der Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen (ECE) angehörenden Länder nach einem einheitlichen Verfahren erfaßt. Insgesamt 27 Staaten beteiligen sich inzwischen an diesem gemeinsamen Waldschadensbericht, der über etwa 70 % der europäischen Waldfläche Auskunft gibt.

15) Im Rahmen des Schwerpunkts „Physiologie der Bäume“, der seit 1985 besteht, wird vorrangig physiologische, biochemische und ökologische Grundlagenforschung gefördert.

16) Forschungsbeirat Waldschäden/Luftverunreinigung der Bundesregierung und der Länder: 3. Bericht, Bonn 1989.

sphäre von Schwarzwaldstandorten) (ARINUS) und Bayern mit der Projektgruppe zur Erforschung der Wirkung von Umweltschadstoffen (PBWU) und Schwerpunktsetzung im Raum Bayreuth und München (Münchener Arbeitsgruppe Luftschadstoffe (MAGL)). Zwischen den verschiedenen Förderern ergab sich so unter Mitarbeit von wissenschaftlichen Beratergruppen eine beispielhafte Kooperation.

Die Waldschadensforschung hat sich im Verlaufe der vergangenen Jahre zu einer interdisziplinär arbeitenden Forschung weiterentwickelt. Charakteristische Waldgemeinschaften auf unterschiedlichen Standorten und mit unterschiedlichen Ausprägungen „neuartiger Waldschäden“ wurden dazu ausgewählt. Hierzu zählen das Fichtelgebirge; der „Postturm Ratzeburg“ als eine Waldfläche, die einem starken urbanen Einfluß unterliegt; der Höglwald stellvertretend für einen Großteil der Fichtenforste im Alpenvorland; der Schluchsee im Schwarzwald als ein geschädigtes „Reinluftgebiet“, die Wank als Beispiel für den Bergwald in den Alpen und die Kiefer-dominierten Wälder Berlins als Beispiel für ballungsraumnahe Waldökosysteme. Mit der Wiedervereinigung sind zwei weitere Forschungsschwerpunkte hinzugekommen: das hochbelastete Erzgebirge und das Waldgebiet um Eberswalde (Brandenburg), wo besonders die für das norddeutsche Tiefland typische Kiefer im Mittelpunkt steht.

Gesondert zu erwähnen ist das sehr frühzeitig von der DFG initiierte Solling-Projekt, wo stellvertretend für das norddeutsche Mittelgebirge schon in den 60er Jahren in interdisziplinärer Zusammenarbeit die Lebensgemeinschaften und Stoffumsätze eines „intakten“ Waldes untersucht wurden. Nach dem Auftreten der sichtbaren Waldschäden und dem Beginn der gezielten Waldschadensforschung wurden die Arbeiten im Solling fortgeführt und auf den benachbarten Höhenzug Hils und den Harz ausgedehnt.

Schwerpunkte der umfangreichen Forschung waren bisher:

- Immissions- und Depositionsmessungen und -modelle mit dem Ziel, die Luftströme an den Schnittstellen Atmosphäre/Boden feststellen und bilanzieren zu können;
- Genökologische Fragestellungen;
- Untersuchungen zum oberirdischen Wirkungspfad, einschließlich biochemischer Untersuchungen zum Eindringen und Verhalten der Schadstoffe im biologischen System;
- Untersuchung biotischer und anderer nicht-anthropogener Streßfaktoren;
- Untersuchungen zum unterirdischen Wirkungspfad mit den Untersuchungskomplexen Chemie und Biologie/Biochemie des Bodens sowie die Biochemie und Transportvorgänge im Wurzelbereich;

- Methodenentwicklung zur standardisierten Untersuchung von Schadstoffsymptomen und zur Erfassung von Schäden (Inventur und Fernerkundung);
- stabilisierende und kompensierende waldbauliche Maßnahmen.

Der methodisch breit angelegte, interdisziplinäre Forschungsansatz trägt der Tatsache Rechnung, daß nicht einzelne Streßfaktoren als alleinige Ursache für die Waldschäden verantwortlich sind, sondern daß es sich vielmehr um multifaktorielle und multivektorielle Ursachen mit einer besonderen Beteiligung abiotischer Luftschadstoffe im Zusammenwirken mit klimatischen Faktoren handelt. Auch tritt häufig als Folge des Schadstoffeintrags Mangel an bestimmten Nährstoffen (z. B. Magnesium, Kalium) auf. Andererseits verursacht die Stickstoffzufuhr aus der Luft Nährstoffungleichgewichte, bedingt aber auch auf vielen Standorten ein stärkeres Wachstum der Bäume.

Stellungnahme

Der Wissenschaftsrat würdigt die vielschichtige interdisziplinäre und interinstitutionelle Zusammenarbeit in der Waldschadensforschung, die frühzeitig komplexe Wirkungsnetze des Ökosystems Wald untersucht, die Ursachen für die Belastung und Gefährdung der Wälder verfolgt und Handlungsalternativen aufgezeigt hat. Dennoch sind Ursachen und Symptome aller Ausprägungen neuartiger Waldschäden noch nicht endgültig geklärt, so z. B. Schäden der Laubwälder. Weiter auszubauen ist die Ursachenanalyse als Grundlage für präventive wie kurative Handlungsanweisungen. Gerade an der Waldschadensforschung wurde deutlich, daß erst die enge Einbindung der Grundlagenforschung in Freiland-orientierte Forschungsansätze zu Themenbereichen wie z. B. Streßphysiologie, Genetik, Mikrobiologie und zu Luftchemie Erklärungsmöglichkeiten eröffnet hat.

Der Wissenschaftsrat empfiehlt, die Waldschadensforschung im Rahmen der ökosystemaren Forschung weiter zu verfolgen und dabei – wie bereits eingeleitet – auf die bestehenden Zentren (einschließlich der Forschungsverbände in Tharandt und Eberswalde) und die von der IMA definierten Waldschadensstandorte zu konzentrieren.

Forschergruppen vor allem aus den Hochschulen sollten sich bei der DFG um ein Schwerpunktprogramm „Neuartige Waldschäden“ bemühen. Nicht zuletzt zur Einbindung der Ökosystemzentren und zur „Ausstrahlung“ ihrer Ergebnisse in die Hochschulen wäre ein Schwerpunktprogramm forschungspolitisch erwünscht, das gleichzeitig eine stärkere interdisziplinäre Verflechtung betont. Auch sollte die Zusammenarbeit mit einschlägigen Großforschungs- und Ressortforschungseinrichtungen weitergeführt werden, wo spezifisch erforderliche Meß- und Untersuchungseinrichtungen oder Know-how genutzt und Synergieeffekte er-

zielt werden können. Für den Wissenstransfer von besonderer Bedeutung ist die Zusammenarbeit mit den Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalten der Länder, speziell gilt dies für die Waldschadens Erfassung und für waldbauliche Abhilfemaßnahmen.

II. 3. Ökosysteme

Ökosysteme sind Wirkungsgefüge von Lebewesen und ihrer Umwelt, deren Funktionsweise und wechselseitige Beziehung zueinander über die Kenntnis ihrer einzelnen Bestandteile hinausgeht. Sie sind mit benachbarten Ökosystemen vernetzt und unterliegen überregionalen und auch globalen Umwelteinflüssen. Die Ökosystemforschung will demzufolge über das Verstehen der einzelnen Prozesse oder Prozeßketten hinausgehen und die komplexen Wechselwirkungen möglichst aller Teile eines Lebensraumes untereinander und mit der Umwelt erfassen. So stehen die Beziehungen zwischen Atmosphäre, Boden, Gestein und Wasser sowie deren Wechselwirkungen mit Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen im Mittelpunkt der Untersuchungen an terrestrischen Systemen. Eine analoge Aufgabe hat die etwa gleichzeitig entstandene marine Ökosystemforschung, die ihren wichtigsten Ursprung in der Fischereiökologie hat.

Die Beschreibung des dynamischen Wirkungsgleichgewichts der jeweiligen Standorte als Grundlage von Schadenserkenntnis ist charakteristisch für die anwendungsorientierte Ökosystemforschung. So hat Ende der 70er und Anfang der 80er Jahre das BMFT im Vorfeld der Umsetzung des Chemikaliengesetzes erstmals Ansätze zur Erfassung der Wirkung von Fremdstoffen im Intensivackerbau, im Weinbau und in Wiesen- und Waldstandorten gefördert.¹⁷⁾ Diese Vorhaben haben zusammen mit der viel umfassenderen Waldschadensforschung¹⁸⁾ – das o. g. „Solling-Projekt“ war eines der weltweit ersten Ökosystemforschungsprojekte – in Deutschland die Voraussetzungen geschaffen für den Einstieg in die terrestrische Ökosystemforschung.

Um die Belastungs- und Regenerationsfähigkeit einzelner Ökosysteme zu ermitteln, die Folgen weiterer Umweltveränderungen aufzuzeigen und wissenschaftliche Grundlagen für Sanierung und Neugestaltung zu erarbeiten, wurde 1988 der BMFT-Förderschwerpunkt Ökosystemforschung mit vier für Mitteleuropa repräsentativen Ökosystemen eingerichtet.¹⁹⁾

– Bayreuther Institut für Terrestrische Ökosystemforschung (BITÖK),
U Bayreuth,

17) H. Schlosser: Ökotoxikologie – Auswertung ökotoxikologischer Forschungen zur Belastung von Ökosystemen durch Chemikalien, Bonn 1988.

18) C. Möhring: 10 Jahre Waldschadensforschung, Bonn 1992.

19) Vgl. hierzu die detaillierten Ausführungen im Teil C.

- Forschungszentrum Waldökosysteme (FZW), U Göttingen,
- Projektzentrum Ökosystemforschung Bornhöveder Seenkette (ÖFB), U Kiel,
- Forschungsverbund Agrarökosysteme München (FAM), TU München und GSF Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, München.

Eine neue Institution mit ökosystemarem und darüber hinaus landschaftsbezogenem Schwerpunkt stellt das Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) in Müncheberg dar. Im Umweltforschungszentrum (UFZ) Leipzig-Halle befindet sich ein weiterer ökosystemarer Forschungsschwerpunkt im Aufbau. Die Verbindung terrestrischer und mariner Ökosystemforschung wird im Forschungsverbund „Boddenlandschaften“ angestrebt, der die wissenschaftlichen Grundlagen für die umweltverträgliche Nutzung einer großen Küstenregion in Mecklenburg-Vorpommern erarbeiten soll.²⁰⁾

Allen Zentren ist ein interdisziplinäres Forschungskonzept gemein, das umfassende Analysen an Acker-, Grünland- und Waldstandorten voraussetzt. Die Forschung ist auf Langfristigkeit angelegt, um die Bandbreite natürlicher Schwankungen von Ökosystemen ermitteln und dadurch anthropogen bedingte Abweichungen vom Normalzustand zuverlässig feststellen zu können. Hierauf aufbauend wird versucht, unter Zuhilfenahme mathematisch-statistischer Modelle verlässliche Aussagen für eine zukünftige Entwicklung zu erarbeiten. Langfristiges Ziel ist es, die Ergebnisse der komplexen Untersuchungen zu nutzen, um in überlasteten Ökosystemen soweit wie möglich Prinzipien der Selbstregulation wieder zum Tragen zu bringen und eine nachhaltige Nutzung zu ermöglichen.

Die Aktivitäten der Ökosystemforschungszentren sind netzartig durch den vom BMFT unterstützten nationalen Forschungsverbund TERN (Terrestrial Ecosystem Research Network) verbunden. Die aus den Zentren hervorgehenden Forschungsergebnisse sollen in die Gesamtbeurteilung des Internationalen Geosphären-/Biosphärenprogramms einfließen und Beiträge zu den weltweiten Diskussionen über globale Umweltveränderungen („Global Change“) liefern.

Über den interdisziplinären und integrierenden Forschungsansatz der Ökosystemforschungszentren hinaus werden übergreifende Zusammenhänge und das Zusammenwirken von Hydrosphäre, Lithosphäre und Biosphäre an vielen Universitätsinstituten, besonders der Agrar- und Forstwirtschaft und der Biologie, behandelt. Belege für das Arbeiten in interdisziplinären Strukturen sind die oben genannten Sonderforschungsbereiche und Graduiertenkollegs. Weiterhin sind zu nennen:

20) Vgl. Kapitel C. IX.

- SFB 183 „Umweltgerechte Nutzung von Agrarlandschaften“, U Hohenheim;
- SFB 192 „Optimierung pflanzenbaulicher Produktionssysteme im Hinblick auf Leistung und ökologische Effekte“, U Kiel;
- Lehr- und Forschungsschwerpunkt „Umweltverträgliche und standortgerechte Landwirtschaft“, U Bonn;
- Graduiertenkolleg „Kreisläufe, Austauschprozesse und Wirkungen von Stoffen in der Umwelt“, U Mainz;
- Graduiertenkolleg „Interdisziplinäre Strategien zum Schutz der Umwelt“, TH Aachen.

Stellungnahme

Die Ökosystemforschungszentren haben sich als institutionalisierte Form eines weitgefächerten interdisziplinären und interinstitutionellen Ansatzes bewährt. Aufgrund der erfolversprechenden Forschungskonzeption der Zentren – nicht zuletzt im regionalen Zusammenhang – und des zunehmenden Bedarfs an komplexen, ineinandergreifenden Forschungsansätzen, -methoden und -ergebnissen, wird den Ländern empfohlen, im Anschluß an die Anschubfinanzierung durch das BMFT in geeigneter Weise die Weiterführung der zukunftssträchtigen und integrativen Elemente der Zentren sicherzustellen. Das BMFT sollte auch in Zukunft durch die Förderung von Verbundprojekten einzelne Aspekte vertiefen und damit einen Beitrag zur Weiterführung und Zusammenführung der angelaufenen Ökosystemforschung leisten. Der Wissenschaftsrat empfiehlt den Wissenschaftlern, sich darüber hinaus um einen SFB zu bemühen.

Die bisherigen Forschungsaktivitäten konzentrieren sich auf die Analyse einzelner Standorte bzw. Ökotope. Voraussetzung für das weitgehende Verständnis der komplexen Wechselwirkungen von Prozessen in und zwischen Ökosystemen ist die Einbeziehung lateraler Prozesse und räumlicher Strukturen. Landschaftbezogene, d. h. räumlich differenzierte und zugleich flächendeckende Untersuchungen, wie sie z. B. das ZALF realisieren wird, werden daher zukünftig einen weitaus höheren Stellenwert haben. Für die Region Halle/Leipzig gibt es erste Ansätze zur Vernetzung urbaner und agrarisch geprägter Ökosystemforschung unter wesentlicher Einbindung der Forschungsaktivitäten des UFZ. Die dramatische Änderung der Raumnutzung in dieser Region bietet sich als Großexperiment unter Einschluß der Stadt- und Verkehrsökologie einschließlich der Auswirkung auf die sozialen Aspekte der Menschen an.

II. 4. Ökotoxikologie

Die Ökotoxikologie befaßt sich mit Methoden, um Störungen der Struktur und Funktion von Ökosystemen durch Umweltchemikalien festzustellen und zu bewerten. Im Sinne einer ökosystemaren Weiterentwicklung der klassischen toxikologischen Prüfungen an Monospezies-Testsystemen werden auch Schadwirkungen anthropogener Substanzen auf Tier- und Pflanzenpopulationen und Biozönosen in Ökosystemen und Ökosystemausschnitten untersucht. Das Schädigungspotential ist daher als Funktion von Wirkungsbedingungen und Systembedingungen zu definieren.

Definiert man Ökotoxikologie als Wissenschaft von der Verteilung chemischer Substanzen und ihrer Wirkung auf Ökosysteme, so müssen zur Bewertung der Gefährdungspotentiale von Stoffen Exposition und Wirkung in Beziehung gesetzt werden. Folgende drei Fragenkomplexe sind zu beachten:

- Verteilung und Verbleib in der Umwelt (Kompartimentalisierung),
- abiotische und biotische Umwandlung,
- toxikologische Wirkungsspektren.

Umfassende Monitoringdaten für die Umweltkompartimente liegen nur ansatzweise für wenige Stoffe und für diese auch nicht flächendeckend vor. Zudem kann sich die Umweltexposition aufgrund veränderter Produktionsverhältnisse (Produktionsmengen, Herstellungsverfahren, Abfall-, Abwasser- und Abluftbehandlung) sowie der möglichen Zeitabhängigkeit von Emissionen stark verändern.

Zur unerläßlichen Expositionsabschätzung ist es erforderlich, den gesamten „Lebensweg“ eines Stoffes zu berücksichtigen. Solche Abschätzungen dienen der Darstellung der Verteilung, des Verbleibs (und ggf. Abbaus) sowie der Konzentration der jeweiligen Chemikalien in der Umwelt. Forschungsbedarf liegt in der Weiterentwicklung derartiger Modelle mit dem Ziel, Anwendungsbereiche zu vergrößern und die Prognosesicherheit zu erhöhen. Darüber hinaus sind Aussagen zur Bioverfügbarkeit der Substanzen erforderlich.²¹⁾

Die Wirkungsforschung erfordert die Berücksichtigung der Diskrepanz zwischen dem Ziel, die Artengemeinschaft unter natürlichen Bedingungen in ihrer Vielfalt zu erhalten, und den Forschungsmethoden, die in der Regel auf wenigen Monospezies-Labortests als Bewertungsgrundlage basieren. Sie macht aus Vorsorgegründen einen ausreichenden Sicherheitsabstand zwischen Umwelt- und Wirkkonzentrationen erforderlich.

21) Vgl. hierzu auch Kapitel A.II.1 und A.II.5.

Ökotoxikologische Forschung sollte dazu beitragen, Wissenslücken bei der Extrapolation von Labordaten auf reale Ökosysteme zu schließen, denn eine unmittelbare Untersuchung der Einwirkungen von Chemikalien auf natürliche Ökosysteme ist wegen der großen Zahl an Stoffen und der Komplexität und Variabilität von Ökosystemen weder retrospektiv noch prospektiv möglich. Wirkungsforschung sollte in fünf Schritten erfolgen:

- Kurzzeittests zur Feststellung der akuten Toxizität;
- subchronische und chronische Untersuchungen an Organismen;
- Studien zu Wirkungsmechanismus, zu Aufnahmegeschwindigkeit, Akumulation, Metabolisierung und Exkretion;
- Wirkung auf Populationen und Biozönosen in Ökosystemen und Ökosystemausschnitten;
- Freilanduntersuchungen.

Stellungnahme

Ökotoxikologische Forschung wird vereinzelt sowohl von Arbeitsgruppen an außeruniversitären Einrichtungen als auch an Universitäten betrieben. Zwar gibt es eine Reihe von einzelnen wissenschaftlich qualifizierten Arbeiten, doch ist der Zustand dieses für die Umweltpolitik außerordentlich wichtigen Forschungsgebietes unbefriedigend. Es fehlt an einem übergreifenden Konzept für eine von Fachleuten mehrerer Disziplinen gemeinsam getragene Grundlagenforschung. Die Zielsetzungen sind nicht abgestimmt, die Ansätze sind allzu disziplinär ausgerichtet und zersplittert. Der Wissenschaftsrat hält es für unabdingbar, daß die beteiligten Disziplinen die Forschungsziele der Ökotoxikologie gemeinsam in einer Denkschrift präzisieren und die Schritte festlegen, wie dieses seit Jahren defizitäre Gebiet zu überzeugenden wissenschaftlichen Leistungen kommen kann. Auf der Basis einer solchen Denkschrift könnten DFG²²⁾ und BMFT,²³⁾ die den Bedarf an ökotoxikologischer Forschung sehen, dieses Gebiet z. B. im Rahmen eines Schwerpunktprogrammes gezielt fördern. An einigen der Universitäten, die das erforderliche Fächerspektrum aufweisen, sollten Schwerpunkte für ökotoxikologische Forschung und Lehre gesetzt werden. Ökosystemforschungszentren sollten ökotoxikologische Fragen aufgreifen. Den Großforschungseinrichtungen empfiehlt der Wissenschaftsrat, verstärkt ökotoxikologische Aspekte in

22) Vgl. Deutsche Forschungsgemeinschaft: Perspektiven der Forschung und ihrer Förderung, Aufgaben und Finanzierung 1993-1996, Weinheim 1992, S. 423.

23) Der Bundesminister für Forschung und Technologie: Umweltforschung und Umwelttechnologie, Programm 1989 bis 1994, Bonn 1991, S. 48.

dem AGF-Forschungsverbund „Umweltvorsorge“, insbesondere in den Untersuchungen zu Luftbelastungen, zu berücksichtigen.

II. 5. Wasser

Süßwasser stellt eine wichtige Grundlage des menschlichen, tierischen und pflanzlichen Lebens dar. Es ist in Raum und Zeit sehr ungleich verteilt, was durch viele Einflüsse bestimmt wird. Physikalische, chemische und biologische Prozesse stehen dabei in vielfacher Wechselwirkung.

Gefährdungen der Gewässer und ihrer Funktionen ergeben sich durch Wasserentzug und bauliche Maßnahmen, vor allem aber durch Schadstoffeintrag. Anthropogene Einträge, die die Qualität der Gewässer bedrohen, werden durch industrielle Produktion, Verwendung von Chemikalien, durch Verbrennungsprozesse, vor allem auch aus dem Verkehr, aus der Landwirtschaft, durch die Abflüsse kommunaler Klärwerke und durch unregelmäßige Deponien verursacht.²⁴⁾ Bei wenig flüchtigen Substanzen findet der Eintrag direkt in die Gewässer, bei flüchtigen Substanzen über die Atmosphäre statt.

Sauberes Grundwasser wird in einigen Regionen Deutschlands knapp. Ursachen hierfür sind neben einer übermäßigen Nutzung die Beschleunigung des Grundwasserabflusses durch flußbautechnische Maßnahmen und die Verringerung der Grundwasserneubildung durch Bodenversiegelung. Überall dort, wo Trinkwasser aus dem Oberflächenwasser direkt oder indirekt durch Grundwasseranreicherung oder aus Uferfiltraten entnommen wird, ist die Minimierung der Einleitung von Schadstoffen unmittelbar für die Gesundheit wichtig.

Wasser und Binnengewässer

Stehende Gewässer und Flußseen sind vor allem durch diffuse Einleitungen aus Landwirtschaft und Kommunen bedroht. Die Abwasserreinigung ist im Einzugsbereich von Seen besonders wichtig, da diese oft zur Trinkwasseraufbereitung genutzt werden. Das augenscheinlichste Beispiel ist der Bodensee, der ein wichtiges Trinkwasserreservoir für Süddeutschland ist. Hier hat die Installation von Phosphatfällungen in Klärwerken zu einer wesentlichen Verbesserung der Wasserqualität geführt. Diffuse Einträge in Seen und Grundwasser können auch von unregelmäßigen Deponien und aus dem Bergbau stammen. Diese Probleme spielen vor allem in den neuen Ländern eine große Rolle.

Ziel der Wasser- und Binnengewässerforschung ist die Sicherstellung der Wasserressourcen und die Erhaltung des Lebensraumes Wasser für

24) Während z. B. die Belastung des Rheins durch Industrie und private Haushalte zurückgeht, gewinnen Einträge durch die Landwirtschaft relativ an Bedeutung. Es zeigt sich hier, daß Maßnahmen zur Reduzierung der Abwasserbelastungen allein nicht greifen.

die aquatischen Organismen. Diese Ziele wurden noch vor wenigen Jahren in Ost- und Westdeutschland mit unterschiedlichen Ansätzen verfolgt. Anders als in der Bundesrepublik, wo die Vermeidung bzw. Minimierung externer Belastungen den deutlichen Schwerpunkt darstellte, lag in der DDR die Betonung auf dem Einsatz technischer Methoden, d. h. der aktiven Einflußnahme in bezug auf die physikalische, chemische und biologische Struktur des Gewässers im Sinne einer das Ökosystem unterstützenden Manipulation und Steuerung, um die Selbstreinigungsprozesse zu fördern. Seit der Wiedervereinigung hat sich – nicht zuletzt unterstützt durch einen starken Rückgang von belastenden Einleitungen – in den neuen Ländern die Prioritätensetzung verändert. So befaßt sich die Wasser- und Binnengewässerforschung heute mit Untersuchungen zur Erfassung von Stoffflüssen und -umwandlungen sowie limnologischen, die Bestandsaufnahme und Taxonomie umfassenden Fragestellungen. Darüber hinaus behandelt sie Fragen der ökosystemaren Bewertung von Oberflächengewässern, des Grundwassers sowie der Abwasserbehandlung bis hin zu Ableitung ökologisch optimierter Regenerations-, Schutz- und Nutzungskonzepte.

Außerhalb der Universitäten haben sich drei große Einrichtungen besonders in der Binnengewässerforschung spezialisiert:

- Max-Planck-Institut für Limnologie, Plön (Schwerpunkt: Seen) mit der Flußstation Schlitz als Außenstelle (Schwerpunkt: Fließgewässer);
- Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin-Friedrichshagen (Schwerpunkt: Kombinierte hydrologische, limnologische und fischereibiologische Erforschung des Systems Einzugsgebiet-Grundwasser-Fließgewässer-Flußseen-geschichtete Seen);
- Institut für Gewässerforschung der GKSS, Magdeburg (Schwerpunkt: Energie-, Wasser- und Stoffkreisläufe des Elbeeinzugsgebietes, Standgewässerforschung).

Weiterhin befaßt sich das ZALF in Müncheberg auch mit den Eigenschaften von Gewässern. Kleinere gewässerkundliche Arbeitsgruppen finden sich an Großforschungseinrichtungen (GKSS, KFA, UFZ, GSF)²⁵⁾ und Bundesforschungsanstalten (FAL, BBA, BfG). Das besondere Schwergewicht der Forschung dieser Einrichtungen liegt in der Bearbeitung limnologischer Fragestellungen, meist im Hinblick auf Seen, in erheblich geringerem Maße auf Fließgewässer.

Binnengewässerforschung wird jeweils ausschnittsweise auch an Universitäten und deren limnologischen Außenstationen²⁶⁾ betrieben. Weitere

25) Schwerpunkte der Arbeiten im Bereich „Belastung der Gewässer“ des AGF-Forschungsverbundes Umweltvorsorge sind die Elbsanierung sowie die Problematik der Bergbaurestseen.

26) Vor allem Limnologische Forschungsstation in Seeon des Zoologischen Instituts der Universität München (Fließgewässer- und Seenbewertung); Limnologische Station Iffeldsdorf des Instituts für Botanik und Mikrobiologie der TU München.

universitäre Schwerpunkte wurden bereits seit langem in SFB's und Forschergruppen gefördert; derzeit bestehen im Rahmen von Sonderforschungsbereichen und Graduiertenkollegs z. B.:

- SFB 248 „Stoffhaushalt des Bodensees“, U Konstanz;
- SFB 179 „Wasser- und Stoffdynamik in Agrar-Ökosystemen“, TU Braunschweig;
- Graduiertenkolleg „Stoffströme in Wasser und Boden“, U Hannover.

Das vom BMFT geförderte Verbundprojekt „Ökologisch begründete Sanierungskonzepte für kleine Fließgewässer“²⁷⁾ führt grundlagenorientierte Forschungsgruppen der Universitäten und anwendungsorientierte Arbeitsgruppen der Landesämter zusammen. Dieses Verbundprojekt läuft 1994 aus. Um die Schadstoffbelastung der Elbe zu verringern und ökologisch intakte Ökosysteme zurückzugewinnen, hat das BMFT 1993 das Leitprojekt „Elbe 2000“ definiert. Hier sollen die Forschungsarbeiten zur Elbe und ihrer Nebenflüsse zusammengefaßt werden. Die Koordinierung der Forschung zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Tschechischen Republik erfolgt in der „Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe“.

Für künstlich stehende Gewässer (Kiesgruben, Tagebau-Restseen und Talsperren) gilt Analoges wie für die natürlichen Seen. Hier besteht eine lange traditionelle Grundlagenforschung, soweit es die mehr klassischen Gesichtspunkte der Eutrophierung und Versauerung betrifft. Dagegen ist die Forschung über neue Belastungsarten (atmosphärische Deposition, toxische Stoffe, Umweltchemikalien) unterentwickelt. Die klassische Gewässerforschung sollte ihr Potential nutzen und diese Aspekte künftig verstärkt aufgreifen.

Grundwasser

Rund zwei Drittel des für Trinkwasser verwendeten Wassers basiert auf mit naturnahen Verfahren aufbereitetem Grundwasser, das einer strengen Qualitätskontrolle in Form einer Vielzahl von Einzelanalysen unterliegt.

Die Hydrogeologie ist traditionell vorwiegend an den Universitätsinstituten für Geowissenschaften vertreten. Die gegenwärtigen Schwerpunkte universitärer hydrogeologischer Forschung liegen in den Universitäten Aachen, Dresden, Freiberg, Kiel, Mainz, München, Münster, Tübingen und der FU Berlin.

27) Das Vorhaben wird im Verbund an Warnow (Mecklenburg-Vorpommern), Stör (Schleswig-Holstein), Hunte (Niedersachsen), Ilm (Thüringen), Lahn (Hessen) und Vils (Bayern) durchgeführt.

Grundwasserforschung ist aus der Hydrologie und Quellenforschung entstanden. Während sie sich anfänglich auf eine Migrationsforschung beschränkte und stark quantitativ ausgerichtet war, ist in der jüngeren Vergangenheit die Mikrobiologie hinzugekommen. Gleichwohl ist derzeit eine Grundwasserbiologie nur schwach entwickelt.

Abwasser

Die Abwasserforschung ist traditionell vorwiegend an den Universitätsinstituten für Siedlungswasserwirtschaft und Wasserbau etabliert, die ihren Ausgangspunkt in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts mit der Technik und dem Bau von Kläranlagen genommen haben. Sie sind wissenschaftlich durch eine ingenieurmäßige Ausrichtung geprägt. Für den Abbau der heute dominierenden Vielzahl von unnatürlichen Verbindungen haben Mikroorganismen eine große Bedeutung. Da die Eliminierung der Frachten organischer Substanzen in Klärwerken dem natürlichen Abbau in Gewässern nachempfunden ist, haben in einigen Fällen Biologen solche Themen aufgegriffen. Insgesamt ist die Kenntnis der biologischen Abbaubarkeit der Vielzahl von Schadstoffen bis heute jedoch mehr als lückenhaft. Nur in vereinzelten Fällen wird systematisch an der Selektion spezieller Mikroorganismen zum Abbau von Schadstoffen, z. B. halogenierten Verbindungen, gearbeitet.

Die Institute für Siedlungswasserwirtschaft und Wasserbau widmen sich neben Themen der Abwasserbehandlung und Aufbereitung auch Fragen des Bodenwasserhaushaltes sowie der Bewirtschaftung und Sanierung von Grundwasserressourcen. Das Ziel, die Gewässer wieder in funktionierende Ökosysteme zu verwandeln, ist untrennbar verbunden mit der Entwicklung der Klärtechnologie.

Wasserchemie

Mit Trinkwasseranalyse und Trinkwasseraufbereitung haben sich traditionell auch die Institute für Wasserchemie beschäftigt. Hier besteht eine interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Biologen und Geologen. Bei der Methodenentwicklung und -anwendung stehen technische sowie humane und ökotoxikologische Betrachtungsweisen im Mittelpunkt. Die moderne analytische Chemie hat Methoden zur Verfügung gestellt, die bis herunter in den Femtogrammbereich Elemente und organische Verbindungen zu analysieren gestatten. Mit dem großen Fortschritt auf dem analytischen Gebiet hat jedoch die Interpretation der Meßdaten nicht Schritt gehalten.

Schwerpunkte für die Wasserchemie gibt es an den Technischen Universitäten Berlin, Dresden, Karlsruhe und München.²⁸⁾ Die Wasserchemie

28) Forschergruppe „Serologischer Nachweis von Pestiziden und deren Metaboliten im Wasserkreislauf“, München; Graduiertenkolleg „Ökologische Wasserwirtschaft“, Karlsruhe; SFB 193 „Biologische Behandlung industrieller und gewerblicher Abwässer“ der TU Berlin; DFG-Schwerpunktprogramm „Refraktäre organische Säuren in Gewässern“.

wird auch zunehmend an anderen, technisch orientierten Universitäten bearbeitet. Fragen der Wasseranalytik werden ferner in den Chemischen und Agrikultur-chemischen Instituten (z. B. Bonn, Bayreuth), Bodenwasserhaushalt, Nähr- und Schadstoffbelastung in den Instituten für Bodenkunde der Fakultäten für Agrarwissenschaften, Gartenbau und Landschaftspflege/-gestaltung behandelt. Dies gilt auch für entsprechende Institute der Bundesanstalt für Landwirtschaft FAL, der Biologischen Bundesanstalt und verschiedener Einrichtungen der Länder.

Forschungsförderung

Die „Regionalisierung in der Hydrologie“ wird seit 1991 als DFG-Schwerpunktprogramm gefördert. Darüber hinaus bestehen interdisziplinäre Zusammenschlüsse an Universitäten mit unterschiedlichem Status und Zielsetzung wie z. B. die Interfakultative Arbeitsgemeinschaft Grundwasser- und Bodenschutz an der Universität Karlsruhe, die sich mit der Untersuchung, Sanierung und dem Schutz von Grundwasser und Boden sowie den Wechselwirkungen zwischen Grundwasser und Boden befaßt.

Weiterhin ist auf dem Gebiet der Wasserforschung als Forschungseinrichtung im Bereich des BMG das Bundesgesundheitsamt (BGA) tätig. Dort werden am Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene ökotoxikologische Bewertungen und aquatische biologische Testverfahren durchgeführt. Für Forschungsvorhaben im großtechnischen Maßstab auf dem Gebiet des Gewässerschutzes, z. B. Schadstoffeinleitung in Fließ- und Staugewässer, steht ein Versuchsfeld in Berlin-Marienfelde zur Verfügung.

In geringerem Umfang und mit regional unterschiedlichen Fragestellungen wird auch in Einrichtungen der Länder neben der hoheitlichen Aufgabe des Gewässerschutzes Gewässerforschung betrieben oder gefördert (besonders aus Mitteln des jeweiligen Landes, des BMU und des BMFT). Die Forschung erfolgt in fachlichen Bereichen, zu denen Grundlagen für die Gewässerschutzpraxis fehlen.

Daneben erfolgt eine Vielzahl praxisorientierter Forschungen, die von Stoffbilanzen über hydrodynamische und ökologische Wechselwirkungen bis hin zu Nitratreintrag und Trophieindikatoren reichen und Aspekte von Hydrobiologie, der Mikrobiologie und Toxikologie, Wasserchemie und Limnologie einschließen.²⁹⁾ Gleichzeitig sind sie wesentlich beteiligt am Verbundvorhaben „Ökologisch begründete Sanierungskonzepte

29) Z. B. in folgenden Einrichtungen: Schleswig-Holstein: Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten; Niedersachsen: Landesamt für Ökologie; Nordrhein-Westfalen: Landesamt für Wasser und Abfall; Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung; Bayern: Bayerische Landesanstalt für Wasserforschung, Landesamt für Wasserwirtschaft; Baden-Württemberg: Landesanstalt für Umwelt.

für kleine Fließgewässer“. Die Ländereinrichtungen sind über Arbeitskreise³⁰⁾ miteinander fachlich koordiniert.

Das Land Baden-Württemberg fördert mit dem Projekt Wasser-Abfall-Boden (PWAB) vorwiegend anwendungsorientierte Forschungs-, Untersuchungs- und Entwicklungsvorhaben in den Bereichen Grundwasserschutz, Abfallbehandlung und Bodenbelastung (1986 bis 1992 wurden hierfür vom Land 42 Mio. DM bereitgestellt).

Die angesprochenen Probleme im Bereich von Wasser und Binnengewässer bestehen weltweit und sind daher auch Gegenstand internationaler Programme, in die die deutschen Institute eingebunden sind. Hier sind das International Hydrological Programme (IHP) der UNESCO sowie das IGBP Core Projekt Biospheric Aspects of the Hydrological Cycle (BAHC) sowie das Global Energy and Water Cycle Experiment (GEWEX) im Rahmen des World Climate Research Programme (WCRP) zu nennen.

Stellungnahme

Der Wissenschaftsrat konstatiert einen Mangel an Grundlagenforschung zur aquatischen Ökosystemforschung. Es fehlt an einer vernetzten Betrachtung von anthropogen beeinflussten Binnen- und Fließgewässern sowie Grundwasser.

Von großer Bedeutung für das Verständnis des Ineinandergreifens der wechselhaften abiotischen Bedingungen und Organismen-Gemeinschaften in Gewässern ist die limnologische Forschung. Stehende Gewässer werden wissenschaftlich gut bearbeitet, besonders hinsichtlich Eutrophierung, Versauerung und traditioneller Belastungstoffe. In den alten Ländern ist der Forschungsbedarf diesbezüglich hinreichend abgedeckt.

Es steht sowohl universitär als auch außeruniversitär ein ausreichendes Forschungspotential zur Verfügung. Hier nimmt das international anerkannte MPI für Limnologie in Plön eine Leitfunktion ein, die auch hinsichtlich methodischer Probleme besonders für die Universitäten von Bedeutung ist. Die dort vorhandene thematische Breite ist hierfür von besonderer Bedeutung.

Die Kapazitäten der Binnengewässerforschung könnten angesichts der ungewissen Zukunft der Limnologie an der Universität Konstanz empfindlich beeinträchtigt werden. Dies um so mehr als dem Bodensee bei der Einbindung in die globale Gewässerforschung eine herausgehobene Rolle zukommt. Es zeichnet sich noch nicht ab, wie die bisher dort angestellten Forschungen weitergeführt werden können.

³⁰⁾ Z. B. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Arbeitskreise der GDCH-Fachgruppen und DIN-Normenausschüsse.

Defizite bestehen hingegen in der Fließgewässerforschung. Hier wird derzeit besonders der erosionsbezogen wirkende Teil der Fließgewässer erforscht. Diese Entwicklung wird durch den Mangel an ausreichenden theoretischen Grundlagen über bestimmte Fließgewässertypen, insbesondere über alle kleinen Fließgewässer und solche des Flachlandes, sowie durch die bestehende Zersplitterung in kleine und kleinste Forschergruppen verstärkt. Daher sind die Aktivitäten des BMFT zu begrüßen, die z. B. im Rahmen des Verbundprojektes „Ökologisch begründete Sanierungskonzepte für kleine Fließgewässer“ grundlagenorientierte Forschungsgruppen der Universitäten und anwendungsorientierte Arbeitsgruppen der Landesämter zusammengeführt haben. Das Programm sollte in seinem Grundansatz fortgesetzt und auf alle Gewässertypen – besonders auch auf bisher noch nicht berücksichtigte Fließgewässer im Flachland sowie durch Karsterscheinungen beeinflusste Mittelgebirgs- und Kleinstgewässer – ausgedehnt werden. Der Wissenschaftsrat empfiehlt daher ein eigenständiges Programm mit dem Schwerpunkt Ökologie von Fluß- und Seenlandschaften als Fortsetzung und Ausdehnung dieses 1994 auslaufenden Programms.

Bei den großen Fließgewässern wird Forschungsbedarf hinsichtlich der stofflichen und der ökologischen Zusammenhänge gesehen. Die Schadstoffbelastung dieser Gewässer ist durch die – im Rahmen des von den Rheinanliegerstaaten (CH, F, D, NL) beschlossenen „Internationalen Aktionsprogramms Rhein“ – durchgeführten Forschungsprojekte relativ gut untersucht. Diese Arbeiten werden durch die „Internationale Kommission zum Schutz des Rheins gegen Verunreinigungen“ (IKSR) koordiniert. Auf diesen Arbeitsergebnissen konnten die Untersuchungen zur stofflichen Belastung der Elbe aufbauen, die von der „Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe“ (IKSE) koordiniert werden.

Vom BMFT wird das Leitprojekt „Elbe 2000“ gefördert, dessen Abstimmung in der genannten Kommission erfolgt. Dabei stehen z. Z. noch Fragen der Wasserbeschaffenheit und Gewässergüte im Vordergrund. Die Belastung des Elbe-Systems mit anorganischen und organischen Schadstoffen, insbesondere mit Schwermetallen, muß u. a. wegen der Trinkwasserversorgung der Bevölkerung im Elbe-Einzugsgebiet erfaßt werden.

Weiter ist in grenzüberschreitenden Programmen insbesondere der Komplex der Sedimente sowie die Interaktion der Einleitungen aus industriellen und kommunalen Kläranlagen zu untersuchen. Dabei ist die Verknüpfung der bisher überwiegend betriebenen Analytik mit der Biologie von besonderer Bedeutung. Es bestehen auch enge Beziehungen zur Ökotoxikologie.

Der Wissenschaftsrat erkennt diesen Forschungsbedarf an und begrüßt, daß dem durch die BMFT-Förderung Rechnung getragen werden kann. Er weist jedoch darauf hin, daß damit die Grundlagen für die Gewässer-

überwachung durch die zuständigen Landesämter geschaffen werden sollen und die Untersuchung der Wasserbeschaffenheit im Leitprojekt „Elbe 2000“ nur eine zeitlich begrenzte Rolle spielen kann. Die eigentliche, längerfristige Bedeutung des Leitprojekts liegt nach Auffassung des Wissenschaftsrates darin, die ökologischen Zusammenhänge des Flußsystems Elbe („Ökomorphologie der Elbe“) zu klären.

Es wird darauf hingewiesen, daß die Elbe der deutsche Fluß mit den umfangreichsten Auenlandschaften ist. Hier gewonnene Ergebnisse aus der Grundlagenforschung könnten ggf. später auf andere Flußsysteme übertragen werden.

Forschungsbedarf besteht auch im Hinblick auf eine ökologisch fundierte Entscheidungsfindung im Zusammenhang mit der Frage eines Ausbaus der Elbe als Schifffahrtsstraße. Weiterhin sollte Grundlagenforschung an typischen Zuflüssen der Elbe aufgenommen werden, ggf. im Rahmen des BMFT-Programms „Ökologisch begründete Sanierungskonzepte für kleine Fließgewässer“.

Die Grundwasserforschung läuft aufgrund der dominierenden Analytik und der dadurch vorhandenen Datensätze Gefahr, daß überwiegend Daten gewonnen und ausgewertet werden, es jedoch nicht zur originären Forschung kommt. Grundwasser läßt sich nicht gesichert und kurzfristig sanieren. Fragen des Grundwasserschutzes, der Grundwasserbilanzierung und -erneuerung in Verbindung mit limnologischen Untersuchungen an Oberflächengewässern, einschließlich der Tagebaurestseen wie auch zu neuen Schadstoffen, atmosphärischer Deposition von Umweltchemikalien, Auslaugung von Altlasten sowie Aspekte der Ökotoxikologie sind von großer wirtschaftlicher Bedeutung. Die Forschung hierzu ist nur in Verbindung mit Bodenforschung einschließlich Bodenbiologie sinnvoll.

Für die Beurteilung der biologisch-toxikologischen Wirkung von Substanzen sind Kenntnisse vom Bindungszustand der Elemente oder der organischen Verbindungen im Wasser wichtig. Insofern sind die globalen Bestimmungen, die z. B. für gelösten organischen Kohlenstoff und Quecksilber an vielen Stellen durchgeführt werden, nur von begrenzter Aussagekraft und wenig förderungswürdig. Von Bedeutung ist hingegen die Bestimmung von Metallspezies, wie sie z. B. in KFA, GSF und am MPI für Chemie in Mainz betrieben wird. Bei organischen Substanzen stehen diese Entwicklungen noch in den ersten Anfängen. Hier sind vor allem die Huminsäuren zu betrachten, die neben Elementen auch organische Substanzen einbauen können. Die Umweltrelevanz der Huminstoffe in Gewässern, Böden und Sedimenten ist ein weithin noch nicht bearbeiteter Sektor. Erste Ansatzpunkte bildet hier das 1993 eingerichtete DFG-Schwerpunktprogramm „Refraktäre organische Säuren“. Weiterhin müssen auch Metabolite als potentielle Schadstoffe ermittelt und

analysiert werden. So ist die Analyse einer organischen Verbindung, die als Primärstoff eingetragen wird, in Verbindung zu ihren Metaboliten zu sehen, vor allem, wenn letztere eine wesentlich stärkere Schädigung zeigen.

Die Wasserchemie ist als zukunftssträchtiges Forschungsgebiet geeignet über (nicht zu stark regional gebundene) Verbundprojekte oder die Schwerpunktforschung der DFG gefördert zu werden, so z. B. die Photochemie aquatischer Systeme.

Die Abwasserreinigung hat aufgrund des ausgereiften Standes der Aufbereitungstechnologie keinen größeren Forschungsbedarf. Die Schadstoffwirkung auf Mikroorganismen ist allgemein auch für Gewässer von Bedeutung, da ein Ziel der Ökologie die Erhaltung der natürlichen ausgewogenen Besiedlung der Gewässer mit Mikroorganismen ist. Vor allem bei unvollständigem Abbau von Abwasserbestandteilen können Metaboliten auftreten, die in manchen Fällen giftiger sind als der Ausgangsstoff. Hier besteht eine Lücke, deren Schließung vordringlich gefördert werden sollte.³¹⁾

Im Bereich der Altlastensanierung und der industriebelasteten Gewässer wird die Gefahr gesehen, daß vielfach Ingenieurbüros mit der Belastungsproblematik befaßt werden und dadurch Entscheidungen gefällt werden, die nicht durch entsprechende Grundlagenforschung gestützt sind.

Insgesamt bleibt festzuhalten, daß es für die grundlagen- sowie für die anwendungsorientierte Forschung eine ausreichende Anzahl, von Einrichtungen gibt, die bei engem Zusammenwirken den noch offenen Forschungsbedarf abdecken sollten. Die Datenlieferung durch die Landesämter (Elbe, Saale) ist nicht immer ausreichend gewährleistet. Der Wissenschaftsrat empfiehlt daher, die Magdeburger Gewässerschutzseminare zu einem von den genannten Einrichtungen alternierend auszurichtenden jährlich stattfindenden wissenschaftlichen „Forum“, als feste, fachlich weit gefaßte Jahrestagung und Grundlage der Kommunikation und Kooperation auszubauen.

Es fällt auf, daß die Wasserforschung im Gegensatz zur Meeresforschung überwiegend an Universitätsinstituten bearbeitet wird. Vielerorts wird einzelnen Fragestellungen teilweise ausschnitthaft und in viel zu geringem Maße mit der Gewässerforschung verzahnt nachgegangen. Das erforderliche kausale Prozeßstudium steht noch nicht ausreichend im Vordergrund. Es ist dringend erforderlich, daß trotz der bestehenden Schwierigkeiten der bio-geo-physiko-chemische Komplex als solcher

31) Vgl. Kapitel A. II. 4.

aufgegriffen wird, somit auch mikrobielle und biochemisch-biologische Komponenten in den Forschungsansatz integriert werden. Auch kolloidale Prozesse sind von großer Bedeutung zur Gewinnung von Schlüsselinformationen. Hierfür gilt es, die interdisziplinäre Kooperation und Interaktion von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern deutlich voranzutreiben. Darüber hinaus ist die Kopplung mit sozioökonomischen Fachdisziplinen unbedingt erforderlich.

Die interdisziplinäre Verzahnung von natur- und ingenieurwissenschaftlich geprägter Wasser- und Gewässerforschung kann in besonderer Weise über die Lehre gewährleistet werden. Bisher sind hierfür adäquate, breit angelegte Ausbildungsstrukturen lediglich in der wasserwirtschaftlichen Ausbildung an der TU Dresden geschaffen.³²⁾ Der Wissenschaftsrat empfiehlt allen Fakultäten, die siedlungswasserwirtschaftliche Fachrichtungen anbieten,³³⁾ die Interdisziplinarität stärker auszubauen. Dies gilt ebenso für die Kontakte zwischen Limnologie und Wasserbau.

II. 6. Luft und Atmosphäre

Aufgaben und Methodik

Die Lufthülle der Erde ist dasjenige Medium, das die Gesamtheit des menschlichen Lebensraumes und der Biosphäre umgibt und mit ihr beständig in allen Maßstabebereichen – von lokal bis global – in Wechselwirkung steht. Sie bedarf daher besonders dringlich des Schutzes vor anthropogenen Schädigungen, wie sie z. B. in Form der durch Gas- und Aerosolemissionen verursachten Klimaänderungen, des Abbaus der stratosphärischen Ozonschicht sowie der weiträumigen Verfrachtung und Deposition von gas- oder staubförmigen Schadstoffen bereits deutlich in das Bewußtsein der Öffentlichkeit gerückt sind.

Die Atmosphärenwissenschaften (Meteorologie, Aeronomie, Physik und Chemie der Atmosphäre) haben die Aufgabe, „die Wechselwirkungen der Gashülle des Planeten mit der Erdoberfläche, den menschlichen Tätigkeiten und dem erdnahen Weltraum zu erforschen, die sich daraus ergebenden Zustände der Atmosphäre zu erfassen und die in ihr ablaufenden physikalischen und chemischen Prozesse zu beschreiben sowie theoretisch zu durchdringen“.³⁴⁾ Die Aufgabenstellungen, die nach wie vor eine große Spannweite von Anwendungen für Land- und Wasserwirtschaft, Luft-, See- und Landverkehr, Bauwesen u. ä. wahrzunehmen haben, bezogen sich ursprünglich vor allem auf die „natürlichen“ Pro-

32) Hier umfaßt das Hauptstudium einen für den Studiengang Wasserwirtschaft sowie die Studienrichtung Hydrobiologie und Hydrochemie obligatorischen Teilkomplex mit den Studienfächern technische Hydrobiologie und Wasserhygiene, angewandte Limnologie und Wasserrecht sowie eine studienrichtungsbezogene Ausbildung.

33) Z. B. Aachen, Karlsruhe, München, Stuttgart.

34) Deutsche Forschungsgemeinschaft: Perspektiven der Forschung und ihrer Förderung – Aufgaben und Finanzierung 1993-1996, Weinheim 1992, S. 40.

zesse, Zustände und Wirkungen von Wetter, Klima und Luftqualität als Umweltfaktoren. Durch das Problem der anthropogenen Umweltbeeinflussung sind die Atmosphärenwissenschaften heute in einem wesentlich erweiterten Umfang herausgefordert.

Die umweltrelevanten Felder der Atmosphärenforschung sind:

- (1) Globale Klimaveränderungen als Folge der anthropogenen Zunahme von Spurengasen und Aerosolen, die den Strahlungs- und Spurenstoffhaushalt der Atmosphäre verändern. Schwerpunktprobleme sind hierbei die Wechselwirkungen der Atmosphäre mit den Land- und Wasseroberflächen, insbesondere den Ozeanen und der Kryosphäre³⁵⁾ sowie die globalen Bilanzen der Stoffflüsse zwischen Biosphäre und Atmosphäre. An dieses Forschungsfeld knüpft das gegenwärtig heranwachsende Gebiet der Erforschung der multidisziplinären Folgen von Klimaveränderungen (Klimafolgenforschung) an.
- (2) Regionales Klima und meteorologische Prozesse im „Meso Scale“³⁶⁾ sowohl in ihrer Wechselwirkung mit Landschaftsform, Hydrologie, Vegetation bzw. Landnutzung als auch hinsichtlich der Verfrachtung von Luftschadstoffen zwischen Quellen- und Depositionsgebieten.
- (3) Meteorologie und Luftchemie (einschließlich heterogener Chemie)³⁷⁾ im Bereich der atmosphärischen Grenzschicht, vor allem im Hinblick auf die Prozesse der Schadstoffflüsse, -umwandlung und -ablagerung (Deposition) im lokalen Maßstab (Boden und Gewässer, Land- und Forstwirtschaft, troposphärisches Ozon, „Stadtklima“ und Kraftverkehrs-Emissionen, industrielle/technische Ballungsorte). Eine Schnittstelle der Luftchemie besteht zur technischen Umweltforschung (siehe Kapitel A. II. 11) im Hinblick auf die Entstehung und Diagnostik der in die Atmosphäre eintretenden gasförmigen Schadstoffe (z. B. bei Verbrennungsvorgängen).
- (4) Physik und Chemie der Stratosphäre, insbesondere hinsichtlich des stratosphärischen Ozons und Aerosols.

Die Atmosphärenwissenschaften stützen sich auf großräumig und langfristig angelegte Programme der Datengewinnung mittels Meßnetzen an der Erdoberfläche und der Fernerkundung aus der Luft (Ballon, Flugzeug), aus dem Weltraum (Satelliten) sowie vom Boden aus (Radar, Lidar, Sodar). Diese empirische Datenbasis geht in raum-zeitliche statisti-

35) Kryosphäre = eis- und schneebedeckte Bereiche der Erdoberfläche.

36) Meso-Scale = räumliche Größenordnungen von etwa 100 bis 1000 km.

37) Heterogene Chemie = Reaktionen zwischen Stoffen in verschiedenen Zuständen (Phasen), insbesondere zwischen gasförmiger und flüssiger bzw. fester Phase, z. B. in Wolken, Nebel, Niederschlägen.

sche Analysen und Prozeßstudien ein. Die gewonnenen Erkenntnisse werden in diagnostische und prognostische Modelle entsprechend den obengenannten Forschungsfeldern bzw. Maßstabsbereichen integriert. Ergänzend tritt hierzu auch die Rekonstruktion des Paläoklimas mittels isotopenanalytischer und geologischer Verfahren.

Forschungsprogramme und Projektförderung

Als übergeordnete Beratungsinstitution für die Klimaforschung in Deutschland wurde 1988 der Klimabeirat der Bundesregierung berufen. 1992 kam der Wissenschaftliche Rat für Globale Umweltveränderungen hinzu, der sich u. a. stark mit Klimafolgen- und Klimaforschung befaßt.

Die Programm- und Projektförderung der Atmosphärenforschung in Deutschland erfolgt weitgehend durch das BMFT und durch die DFG. Das BMFT hat eine Reihe von Programmen, Förderschwerpunkten und Verbundforschungsprojekten eingeführt, von denen für die Atmosphärenforschung vor allem zu nennen sind:

- Klimaforschungsprogramm (als deutscher Beitrag zum WCRP, seit 1982);
- Ozonforschungsprogramm (seit 1988);
- Schwerpunkt Klima- und Atmosphärenforschung im Programm „Umweltforschung und Umwelttechnologie“ (1989–1994);
- Forschungsrahmenkonzeption „Globale Umweltveränderungen“ (1992);
- Verbundprogramm „Schadstoffe in der Luftfahrt“ mit Teilprogramm Atmosphäre.

Zur Begleitung von Maßnahmen zur Umweltsanierung in den neuen Ländern und zum Aufbau der Kooperation zwischen den alten und neuen Ländern hat das BMFT das „Wissenschaftliche Begleitprogramm zur Sanierung der Atmosphäre über den neuen Bundesländern (SANA)“ ins Leben gerufen. Die DFG hat zur Planung und Koordinierung ihrer Aktivitäten die Senatskommission für Atmosphärische Wissenschaften gegründet und fördert gegenwärtig mehrere Sonderforschungsbereiche und Schwerpunktprogramme für die Atmosphärenforschung und ihre Nachbargebiete:

- SFB 233 „Dynamik und Chemie der Hydrometeore“, U Frankfurt/Main;
- SFB 318 „Klimarelevante Prozesse im System Ozean – Atmosphäre – Kryosphäre“, U Hamburg;

- Schwerpunktprogramm „Physikalische Methoden der Fernerkundung von Atmosphäre und Hydrosphäre“, U Hamburg;
- Schwerpunktprogramm „Grundlagen der Auswirkungen der Luft- und Raumfahrt auf die Atmosphäre“, DLR Oberpfaffenhofen.

Daneben gibt es in Bayern (BayFORKLIM) und in Baden-Württemberg (REKLIP) Forschungsverbände zur atmosphärischen Umweltforschung.

Die deutsche Atmosphärenforschung ist über nationale Forschungsprogramme (z. B. Ozonforschungsprogramm des BMFT) stark in internationale Programme der Atmosphärenforschung eingebunden, vor allem in das World Climate Research Programme (WCRP) mit seinen fünf Unterprogrammen,³⁸⁾ in das International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP) mit seinen sechs Kernprojekten³⁹⁾ sowie in verschiedene europäische Programme (z. B. Europäisches Ozonforschungsprogramm, EUREKA, ECHIVAL etc.). Im Rahmen des WCRP hat das Bundesministerium für Verkehr mit Förderung des BMFT das Weltzentrum für Niederschlagsklimatologie eingerichtet, das vom Deutschen Wetterdienst (DWD) als Beitrag zu GEWEX betrieben wird. Als nationales IGBP-Komitee fungiert der DFG-Senatsausschuß für Umweltforschung (SAUF).

Die World Meteorological Organisation (WMO) hat ein „Global Atmosphere Watch“ (GAW) genanntes Programm zur Messung und Abschätzung der sich verändernden chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre eingeführt, an dem in Deutschland der DWD durch die Einrichtung einer Global-Station am Meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg teilnimmt. In das globale WMO-Programm World Weather Watch (WW) ist der DWD mit seinen Meßstationen ebenfalls einbezogen. Das IFU Garmisch-Partenkirchen beteiligt sich mit seinen Meßstationen Wank und Zugspitze an den beiden WMO-Netzwerken Global Ozone Observing System (GO₃OS) und Background Air Pollution Network (BAPMoN). In das langfristig angelegte Klimabeobachtungsprogramm Global Climate Observing System (GCOS), das von WMO, vom International Council of Scientific Unions (ICSU), vom IOC und dem United Nations Environment Programme (UNEP) initiiert wurde, ist Deutschland gleichfalls eingebunden. Im Rahmen von UNEP wurde in Deutschland ein Centre for the Harmonization of Environmental Measurement (HEM) in München als Teil des Global Environmental Monitoring Sy-

38) Tropical Ocean and Global Atmosphere Programme (TOGA); World Ocean Circulation Experiment (WOCE); Global Energy and Water Cycle Experiment (GEWEX); Arctic Climate System Study (ACSYS) und Stratospheric Processes and their Role in Climate (SPARC).

39) International Global Atmospheric Chemistry (IGAC); Joint Global Ocean Flux Study (JGOFS); Past Global Changes (PAGES); Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone (LOICZ); Biospheric Aspects of the Hydrological Cycle (BAHC), Global Change and Terrestrial Ecosystems (GCTE); Zusatzprogramme Data and Information System (DIS), Global Analysis, Interpretation and Modelling (GAIM) und System for Analysis, Research and Training (START).

stem (GEMS) eingerichtet, das die Vergleichbarkeit und Kompatibilität von Daten auf internationaler Ebene verbessern soll. An der einzigen internationalen Bank photochemischer und reaktionskinetischer Daten für Atmosphärenmodelle, die von der IUPAC herausgegeben wird, sind deutsche Forscher maßgeblich beteiligt.

Auf dem Gebiet der Fernerkundung unterstützt Deutschland ERS-1 (European Remote Sensing Satellite), den auf Erdfernerkundung spezialisierten europäischen Satelliten. In das Meteorological Geostationary Satellites (METEOSAT)-Programm der European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites (EUMETSAT), die ihren Sitz in Darmstadt hat, ist Deutschland in größerem Ausmaß eingebunden. Des Weiteren plant das BMFT die Einführung eines Programmes „Atmospheric, Oceanic and Surface Exploration Satellite“ (ATMOS), das die chemischen Eigenschaften der globalen Atmosphäre erfassen und in das Programm POEM (Polare Plattformen) der ESA integriert werden soll.

Im Umweltprogramm der EU, an dem die deutsche Atmosphärenforschung beteiligt ist, befaßt sich der Bereich I „Beteiligung an den Programmen zur Erforschung der globalen Umweltveränderung“ mit Problemen der Klimaveränderungen sowie mit globalen Veränderungen der Chemie der Atmosphäre und der biochemischen Zyklen. Zu EUREKA trägt die deutsche Forschung im Rahmen des BMFT-Förderschwerpunktes „Physikalisch-chemische Prozesse in der Atmosphäre“ bei; die Forschungsaktivitäten zu dieser Themenstellung sind seit 1988 im wesentlichen in dem EUREKA-Projekt European Experiment on Transport and Transformation of Environmentally Relevant Trace Constituents in the Troposphere over Europe (EUROTROC) zusammengefaßt. Mehrere EUROTROC-Teilprojekte⁴⁰⁾ werden weitgehend von der deutschen Forschung getragen.

Im Rahmen von Kooperationsvorhaben, die vom BMFT und vom BMZ finanziert werden, arbeitet die Bundesrepublik Deutschland mit mehreren Staaten auf dem Gebiet der Klima- und Atmosphärenforschung sowie der Fernerkundung zusammen, vor allem mit Ägypten, Argentinien, Brasilien, Frankreich, Indien, Indonesien, Irland, Kanada, Neuseeland, Simbabwe, Venezuela sowie den USA.

Einrichtungen der Atmosphärenwissenschaften

Die Atmosphärenwissenschaften hatten bis zum Zweiten Weltkrieg ihr Zentrum in Mitteleuropa. In den folgenden Jahrzehnten lag der Schwerpunkt in den USA, wo auch viele europäische Meteorologen arbeiteten.

40) Biosphere-Atmosphere Exchange of Pollutants (BIATEX); European Modelling of Atmospheric Constituents (EUMAC); Heterogeneous and Liquid Phase Processes (HALIPP); Joint European Development of Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy for Measurement of Atmospheric Trace Gases (JETDLAG); Laboratory Studies of Chemistry related to Tropospheric Ozone (LACTOZ); Tropospheric Ozone Research (TOR); Transport of Pollutants over Complex Terrain (TRACT).

Seit den achtziger Jahren ist eine gewisse Rückverlagerung nach Europa zu verzeichnen. Sie hat ihren Grund in der Errichtung nationaler und europäischer Forschungszentren in Frankreich und Großbritannien sowie im Aufbau der außeruniversitären Einrichtungen für Meteorologie und Klimaforschung in Deutschland.

Während noch in der Mitte dieses Jahrhunderts die meteorologische Forschung vorrangig auf die Untersuchung und Vorhersage der Wetterprozesse orientiert und im wesentlichen im universitären Bereich verankert war, hat die Erkenntnis des Prozeßcharakters des Klimas und der Atmosphäre als Medium umweltrelevanter Stoffflüsse und -umwandlungen zu einer grundlegenden Erweiterung der Atmosphärenforschung geführt. Damit verband sich eine zunehmende Verlagerung der Forschung in außeruniversitäre Einrichtungen, die in der Lage sind, die erforderlichen multidisziplinären Methoden und aufwendigen Instrumentarien zu entwickeln und bereitzustellen (Großrechenzentren, Fernerkundungsverfahren, Forschungsflugzeuge und -schiffe). Diese Entwicklung zog beträchtlichen Nutzen aus der Umorientierung der Großforschungseinrichtungen nach der Aufgabe des Kernforschungsprogramms. Neben Großforschungseinrichtungen (KFA, Jülich; KFK, Karlsruhe; DLR, Oberpfaffenhofen; GKSS, Geesthacht; AWI, Bremerhaven) sind heute Institute der Max-Planck-Gesellschaft (MPI für Meteorologie, Hamburg; MPI für Chemie, Mainz; MPI für Aeronomie, Katlenburg-Lindau), der Fraunhofer-Gesellschaft (FhI für Atmosphärische Umweltforschung, Garmisch-Partenkirchen), der Blauen Liste (Institut für Troposphärenforschung, Leipzig; Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung; Institut für Atmosphärenphysik, Kühlungsborn; Institut für Spektrochemie und angewandte Spektroskopie, Dortmund) bis hin zu Ressortforschungseinrichtungen (z. B. Deutscher Wetterdienst) in der Atmosphärenforschung tätig. Zahlreiche dieser Forschungseinrichtungen sind in internationale Programme eingebunden, einige sind federführend für Unterprogramme oder Träger von koordinierenden Sekretariaten.

Serviceleistungen für die Klimaforschung erbringen ebenfalls mehrere außeruniversitäre Einrichtungen; so stellt z. B. das Deutsche Klimarechenzentrum in Hamburg Ressourcen der Datenverarbeitung für umfangreiche Klima-Modellsimulationen, das AWI in Bremerhaven Forschungsschiffe und die DLR in Oberpfaffenhofen Forschungsflugzeuge bereit.

In der ehemaligen DDR befaßten sich Institute der Akademie der Wissenschaften, vor allem das Heinrich-Hertz-Institut für Atmosphärenforschung und Geomagnetismus, sowie Forschungseinrichtungen des Meteorologischen Dienstes mit der Atmosphärenforschung. Nach dem Beitritt der neuen Länder wurden aus Teilen und Arbeitsgruppen dieser Einrichtungen die oben genannten Blaue Liste-Institute in Kühlungsborn, Leipzig und Potsdam sowie einige Außenstellen bereits bestehender Einrichtungen (z. B. DLR, IFU) geschaffen, die die deutsche Forschungslandschaft auf diesem Gebiet ergänzen.

Stellungnahme

Die deutsche Meteorologie und Atmosphärenforschung hat seit vielen Jahrzehnten Weltruf. Sie verfügt über ein leistungsfähiges Potential, das bedeutende Beiträge zur Umweltforschung einbringt. Die führenden Wissenschaftler wirken als Initiatoren und Organisatoren internationaler Programme. Der Wissenschaftsrat sieht die Notwendigkeit der engeren Kooperation zwischen den verschiedenen Forschergruppen. Durch stärkere Bündelung des Potentials, das beispielsweise im Rhein-Main-Gebiet in Universitäts- und Max-Planck-Instituten herangewachsen ist, ließen sich Synergie-Effekte erreichen, die eine weltweit führende Position in der Luftchemie ermöglichen könnten.

Die Arbeit deutscher Forschungsgruppen an groß- und mesoskaligen Klimamodellen hat international einen hohen Rang. Insgesamt erscheint die Modellierung insbesondere den Nachwuchswissenschaftlern vielfach attraktiver als experimentelles Arbeiten. Der Wissenschaftsrat empfiehlt den auf dem Gebiet der atmosphärischen Umweltforschung tätigen Wissenschaftlern eine stärkere Beteiligung an Experimenten.

Auf dem Gebiet der Instrumenten-Entwicklung und der Weiterentwicklung der erdgebundenen, flugzeug- und satellitengestützten Fernerkundung der Atmosphäre leisten die Großforschungseinrichtungen international beachtete Beiträge.

Mit dem Ansehen der Umweltforschung in Deutschland ist an vielen deutschen Hochschulen die Nachfrage nach Lehrangeboten aus den atmosphärischen Wissenschaften, besonders im Bereich der Luftchemie, gestiegen. Der Wissenschaftsrat empfiehlt daher eine stärkere Beteiligung der Atmosphärenforscher aus den außeruniversitären Instituten an der Lehre. Diese sind meist weniger in der Lehre engagiert, als es für die Entstehung starker Schulen der atmosphärischen Wissenschaften in Deutschland wünschenswert wäre. Es wird empfohlen, die Forschung zu atmosphärischen Umweltproblemen besonders an solchen Universitäten zu fördern, wo ein enger Kooperationsverbund der Lehrstühle mit entsprechenden außeruniversitären Forschungseinrichtungen herstellbar ist.

Während von den deutschen Einrichtungen der Atmosphärenforschung die internationalen Kooperationsmöglichkeiten sehr lebhaft genutzt werden, bestehen Defizite in der bundesweiten Koordination, besonders zwischen den Einrichtungen der alten und der neuen Länder. Der Wissenschaftsrat hält eine Verbesserung der Kommunikation und Zusammenarbeit der Einrichtungen der Atmosphärenforschung für dringend geboten. Der Klimabeirat der Bundesregierung und die DFG-Senatskommission für Atmosphärische Wissenschaften sind hier besonders gefordert.

So besteht z. B. in bezug auf Meßnetze in Deutschland wenig Kooperation und Koordination. Der Wissenschaftsrat empfiehlt den Einrichtungen der Atmosphärenforschung, die bestehenden Infrastrukturen (wie z. B. die Meßnetze des DWD) stärker als bisher zu nutzen. Auch die zahlreichen Arbeiten an mesoskaligen Modellen sind wenig koordiniert und sollten künftig mehr aufeinander bezogen sein. Als positives Beispiel regionaler Vernetzung ist dagegen das Regio-Klima-Projekt (REKLIP) in Baden-Württemberg zu nennen, das mit der gemeinsamen Untersuchung des regionalen Klimas im Oberrhein-Hochrhein-Gebiet durch die Universitäten Basel, Freiburg, Straßburg, Karlsruhe, das KfK und weitere Einrichtungen der Staaten Deutschland, Schweiz und Frankreich den seltenen Fall einer länderübergreifenden Initiative darstellt.⁴¹⁾

II. 7. Meere und Polargebiete

Meere

Zwei Umweltprobleme stehen heute in der anwendungsorientierten marinen Grundlagenforschung im Vordergrund: die Rolle der Meere bei den globalen Umweltveränderungen und die anthropogenen Belastungen der Küsten- und Flachmeere.

Veränderungen der atmosphärischen Zirkulation sowie der Temperatur- und Niederschlagsverteilung sind gekoppelt mit Änderungen im ozeanischen System (z. B. Aufnahme, Speicherung und Abgabe von klimarelevanten Gasen, von Feuchte und Wärme, Schichtung und Strömung der Wassermassen, Eisbedeckung). Diese Wechselwirkungen sind erst grob erkannt und bis heute nicht quantifiziert. So fehlen belastbare Angaben über die Mechanismen des Transports und der Speicherung von Kohlenstoff in der Atmosphäre, im Ozean und im Meeresboden sowie des Austausches zwischen den Kompartimenten. Ohne sichere Kenntnis dieser Prozesse und Bilanzen bleiben Vorhersagen über die künftige Entwicklung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre und damit über die Klimaentwicklung spekulativ.⁴²⁾ In der Klimaforschung⁴³⁾ sind daher neben den atmosphärischen Wissenschaften Teile der Meeres- und Polarforschung stark vertreten.

Während die klimabezogene Meeresforschung primär weltweit orientiert ist, aber verstärkt auch regionale Auswirkungen im Auge hat, ist die Erforschung der anthropogenen Meeresbelastung vor allem auf regionale Phänomene ausgerichtet. Hier stehen naturgemäß die Küsten- und Randmeere – für Deutschland besonders die Ostsee und die Nordsee – im Vordergrund. Sie sind durch direkte Einleitungen sowie über die Flüsse und die Atmosphäre mit Schadstoffen belastet und mit Nährstoff-

41) Vgl. Kapitel C.VI.1.2.1.

42) BMFT: Meeresforschung – Programm der Bundesregierung, Bonn 1993.

43) Vgl. Kapitel A.II.6.

fen gedüngt. Altlasten untermeerischer Deponien von Kampfstoffen und radioaktivem Müll treten verstärkt ins öffentliche Blickfeld. Wichtige Forschungsgegenstände sind die Ausbreitungspfade und Umsetzungen der Schadstoffe, die Auswirkungen der Nährstoffe auf die marinen Ökosysteme und die Bemühungen um die quantitative Abschätzung von Risiken stoßweiser und schleichender anthropogener Einwirkungen. Sie müssen vor dem Hintergrund der natürlichen Variabilität des Systems gesehen werden. Ähnliche Probleme bereitet die quantitative Bewertung der Auswirkungen der Fischerei auf die marinen Lebensgemeinschaften. Die Fischereibiologie hat sich von der Bewirtschaftung einzelner Fischbestände zur Untersuchung der Reaktion ganzer Nahrungsnetze auf die Nutzung einzelner Faunenelemente (z. B. Raubfische) entwickelt und geht andererseits der Einwirkung der physikalisch/chemischen Meeresumwelt auf die Fischproduktion nach. Der Tiefseebergbau und die Verbringung von Müll in die Tiefsee birgt besondere, bisher erst unscharf erkennbare Gefahren für die dortigen Lebensgemeinschaften. Die Risiken der Erdölgewinnung auf dem Schelf- und Schelfabhang sind dagegen leichter abschätzbar.

Die Verallgemeinerung der in der Ost- und Nordsee gewonnenen Befunde ist nur nach Vergleichsuntersuchungen in anderen Meeresgebieten möglich. Die vergleichende Analyse der großen marinen Ökosysteme hinsichtlich ihrer unterschiedlichen Nutzungsgrade ist zu einem wichtigen Zweig der Meeresforschung geworden.

Die Bundesregierung hat im September 1993 ein Meeresforschungsprogramm verabschiedet, das die Meeresforschung als Vorsorgeforschung im weitesten Sinne betrachtet: Der Staat, der die Entwicklung und Einführung neuer Technologien (z. B. Energiegewinnung, Verkehr) fördert, muß auch deren Auswirkungen auf die Umwelt und den Menschen im Auge behalten, die an den Veränderungen des Ozeans, insbesondere seiner Küstenzonen, deutlich abzulesen sind. Unter den drei übergreifenden Gesichtspunkten des Meeresforschungsprogrammes: Ozean als Klimafaktor, Ökosystem und Ressourcenquelle sind zumindest die beiden erstgenannten umweltrelevant und fordern teils grundlegende (z. B. Thema „Ozean als CO₂-Senke/Quelle“) teils anwendungsorientierte (z. B. Thema „Ozean als Müllsenke“) Forschungsarbeiten.

Die geographischen Schwerpunkte der deutschen Meeresforschung liegen traditionell in der Nord- und Ostsee sowie im Nordost-Atlantik. Seit 15 Jahren spielen Untersuchungen im Süd- und Nordpolarmeer eine wichtige Rolle. In längeren Zeitabständen erfolgen Expeditionen in den Südatlantik und in den Indischen Ozean. Ressourcenorientierte geowissenschaftliche Forschung richtet sich auch auf den Pazifik. Die interdisziplinär angelegte Tiefseeforschung ist in Deutschland noch wenig entwickelt.

Die im Meeresforschungsprogramm der Bundesregierung genannten Schwerpunkte entsprechen weitgehend denen einer von EU und ESF

gemeinsam initiierten Studie des European Committee on Ocean und Polar Sciences (ECOPS)⁴⁴). Hier sind für die nächsten 10–15 Jahre mehrere Felder identifiziert, die für die europäische Meeresforschung von besonderem Interesse sind und große Gemeinschaftsanstrengungen erfordern:

- die Entwicklung der wissenschaftlichen Grundlagen eines operativen Ozean-Beobachtungsnetzes analog zum globalen Wetternetz;
- die Erforschung des Nordpolarmeeres, insbesondere unter klimatologischen Gesichtspunkten;
- die Erforschung der Tiefsee und des Tiefseebodens als eines variablen und gegen menschliche Eingriffe möglicherweise empfindlichen Lebensraums.

Für jeden dieser Schwerpunkte bedarf es der Entwicklung eines Arsenals neuer Instrumente und Meßgeräteträger.

Neu in der internationalen Diskussion ist das Thema „Integriertes Management von Küstenzonen“. Für die Entwicklung der wissenschaftlichen Grundlagen für die interdisziplinär angelegte nachhaltige Nutzung und den Schutz von Küstenregionen verschiedener Klimazonen müssen neue Strukturen und Verfahren interdisziplinären Dialogs und Zusammenwirkens geschaffen werden.

Innerhalb der deutschen Meeresforschung sind im internationalen Vergleich wichtige Teile der physikalischen Ozeanographie und der marinen Geowissenschaften herausragend. Die Meeresbiologie vollzog den Fortschritt von der Beschreibung der Lebensgemeinschaften zur Analyse von Prozessen. Die Modellbildung ist dagegen bisher nur schwach entwickelt. In den letzten Jahren entfaltete sich besonders die marine Mikrobiologie. Personell zu schwach besetzt sind die organische Chemie und die Biochemie des Meeres. Beide müssen Wesentliches zur Lösung von Umweltproblemen des Schadstoffabbaues, der Überdüngung und der klimarelevanten bio-geochemischen Kreisläufe und Austauschprozesse beitragen. Die Nutzung der Fernerkundung für die Meeres- und Polarforschung ist in Deutschland ausbaubedürftig. Hier wie bei der Entwicklung automatisierter Meßplattformen und -fahrzeuge mit komplexen Sensorkomplexen ist eine enge Verbindung der Forschungsinstitute mit der Industrie auf europäischer Ebene zu suchen, um der Meeresforschung aber auch der effizienten Überwachung der Meere geeignete neue Werkzeuge in die Hand zu geben.

Die deutsche Meeres- und Polarforschung bemüht sich ebenso um die gemeinsame Bearbeitung von Fragestellungen im regionalen und globalen Verbund. Verbreiteter als bilaterale Kooperationen sind die Beteili-

44) ESF: The Ocean and the Poles, Strasbourg 1992.

gungen an globalen Programmen (z. B. JGOFS, WOCE, GEWEX)⁴⁵⁾ und an regionalen Gemeinschaftsunternehmen in Nord- und Ostsee und in den Polarmeeren.

Meeresforschung findet überwiegend in außeruniversitären Einrichtungen statt. Sie sind durchweg instrumentell vorzüglich ausgestattet und meist räumlich gut untergebracht. Die deutsche Meeresforschung verfügt über eine beträchtliche Zahl überwiegend moderner Forschungsschiffe. Die größten Forschungsschiffe „Meteor“ und „Polarstern“ sind ganzjährig voll ausgelastet, während es bei den mittelgroßen Institutschiffen mitunter teils an Betriebsmitteln und teils an Nutzern fehlt. Bei den kleinen Forschungskuttern stellt sich die Frage effizienter Nutzung weniger scharf.

Die Empfehlungen des Wissenschaftsrates von 1989 zur Förderung der Meeresforschung wurden inzwischen durch gezielten Auf- und Ausbau der Meeresforschung an einzelnen Standorten teilweise umgesetzt:⁴⁶⁾ 1990 wurde das Zentrum für Flachmeer-, Küsten- und Meeresumweltforschung e. V. TERRAMARE in Wilhelmshaven und das Institut für Chemie und Biologie des Meeres (ICBM) der Universität Oldenburg gegründet; 1991 kamen in Bremen das Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie und das Zentrum für Marine Tropenökologie (ZMT) hinzu. Beide sind durch Kooperationsvereinbarungen eng an die Universität gekoppelt. Unerfüllt blieben bisher in Hamburg die Pläne für die Zusammenführung der einschlägigen Universitäts-Institute mit der Biologischen Anstalt Helgoland und dem Deutschen Klimarechenzentrum in einem Zentrum für Marine und Atmosphärische Wissenschaften (ZMAW).⁴⁷⁾

Durch die Wiedervereinigung ist mit den Forschungseinrichtungen in Mecklenburg-Vorpommern ein Forschungspotential hinzugekommen, das sich auf die Ostsee sowie die Boddenlandschaft konzentriert, wobei das aus dem ehemaligen AdW-Institut für Meereskunde, Warnemünde, entstandene Institut für Ostseeforschung führend ist.

Die deutschen Meeresforschungsinstitute bestehen jeweils aus mehreren disziplinär strukturierten Abteilungen, die innerhalb des Instituts in unterschiedlichem Maße miteinander kommunizieren und kooperieren. Interdisziplinäre Zusammenarbeit wurde besonders durch die frühen Sonderforschungsbereiche der DFG gefördert.

Etwa 900 Wissenschaftler arbeiten in Deutschland auf dem Gebiet der Meeresforschung. Personell wie auch hinsichtlich ihrer Ausstattung bildet die deutsche Meeresforschung gemeinsam mit Frankreich und Großbritannien die Führungsgruppe in Europa. Zwischen den außeruniversi-

45) JGOFS = Joint Global Ocean Flux Study. WOCE = World Ocean Circulation Experiment. GEWEX = Global Energy and Water Exchange Experiment.

46) Vgl. Kapitel C. II.

47) Vgl. Kapitel C. I.

tären Instituten gibt es Konkurrenz um gute Wissenschaftler und um Projektmittel. Dieser Wettbewerb ist wissenschaftlich stimulierend und schließt nicht die fruchtbare Kooperation in Einzelvorhaben und größeren Gemeinschaftsprojekten aus.

Es fällt auf, daß besonders die jungen Einrichtungen verstärkt umwelt-spezifische Fragestellungen aufgreifen und den interdisziplinären und interinstitutionellen Ansatz verfolgen. Beispielhaft seien hier die beiden Verbundvorhaben zur Erforschung des ostfriesischen und nordfriesischen Wattenmeeres genannt. Es geht dabei um Ökosystemanalysen des Wattenmeeres, seiner Beziehungen zum angrenzenden Land, zur Nordsee und zur Atmosphäre. In diesen Verbundvorhaben sind die meeresforschenden Institute in Oldenburg, Norderney und Wilhelmshaven bzw. die Universitäten Hamburg und Kiel und die Biologische Anstalt Helgoland sowie die jeweiligen Nationalparkverwaltungen engagiert. Sie kooperieren mit Arbeitsgruppen der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), der GKSS, der GBF und mit Wissenschaftlern anderer Universitäten und außeruniversitärer Institute. Unterentwickelt ist der Dialog der naturwissenschaftlich orientierten Meeresforscher mit den Gesellschaftswissenschaftlern, obwohl gerade der heftige Widerstreit der Interessen zwischen der vielfältigen Nutzung und dem Schutz der Küstenmeere nur durch ein integriertes Management auf breiter wissenschaftlicher Basis zu lösen ist.

In Mecklenburg-Vorpommern wurden nach dem Muster der Wattenmeer-Verbundprojekte zwei Vorhaben (Greifswalder Bodden/Oderhaff und Darß-Zingster Boddenkette) begonnen. Hier sollten von vornherein auch gesellschaftswissenschaftliche Aspekte Berücksichtigung finden.

Verglichen mit den Verhältnissen in anderen Ländern ist in der deutschen Meeresforschung die Zusammenarbeit von Hochschulen und außeruniversitären Instituten sehr eng. Das kommt auch in der Lehre zum Ausdruck. Zahlreiche Hochschullehrer sind hauptamtlich in außeruniversitären Einrichtungen tätig, dort fertigen auch ihre Diplomanden und Doktoranden ihre Examensarbeiten an. Die Verzahnung der Einrichtungen geschieht auch durch Graduiertenkollegs und Sonderforschungsbereiche:

- SFB 133 „Warmwassersphäre des Atlantik“, U Kiel;
- SFB 313 „Veränderungen der Umwelt: Der nördliche Nordatlantik“, U Kiel;
- SFB 318 „Klimarelevante Prozesse im System Ozean-Atmosphäre-Kryosphäre“, U Hamburg;
- SFB 261 „Der Südatlantik im Spätquartär: Rekonstruktion von Stoffhaushalt und Stromsystemen“, U Bremen;

- Graduiertenkolleg „Dynamik globaler Kreisläufe im System Erde“, U Kiel;
- Graduiertenkolleg „Stoffflüsse in marinen Geosystemen“, U Bremen.

Hinzu kommen als Bindeglieder drei Schwerpunkt-Programme der DFG für die Durchführung und Auswertung von „Meteor“-Expeditionen und für die überwiegend marin-orientierte Polarforschung. Auch das BMFT fördert gezielt die Kooperation zwischen universitären und außeruniversitären Einrichtungen der marinen Umweltforschung mit Hilfe der genannten Forschungsverbände und verschiedener komplexer Projekte zu Fragen der Verteilung und des Umsatzes der Schad- und Schwebstoffe in der Nordsee.

Stellungnahme

Meeresforschung wird von Wissenschaftlern verschiedener Disziplinen wie Physik, Chemie, Biologie und Geologie gemeinsam betrieben, die in Anbetracht der Größe der Untersuchungsfelder auf internationale Zusammenarbeit angewiesen sind. Deutschland gehört in vielen Zweigen der Meeresforschung zu den führenden Nationen und wird als Kooperationspartner auch international geschätzt.⁴⁸⁾ Dank intensiver Förderung hat die deutsche Meeresforschung einen hohen wissenschaftlichen und technischen Stand erreicht. Dies gilt vor allem für die beschreibende und modellierende physikalische Ozeanographie und für die Marine Geologie. Defizite bestehen in der Meereschemie, wo Spezialuntersuchungen an einzelnen Stoffen gegenüber übergreifenden Themen wie dem Kohlenstoffkreislauf dominieren. Der gravierendste Mangel wird im Bereich der biologischen und chemischen Modellierung und ihrer Verknüpfung mit physikalischen Modellen gesehen. Die Grundlagen hierzu wurden in der jüngsten Vergangenheit durch prozessorientierte Studien erfolgreich gelegt. Hinsichtlich der Meeresmeß- und Probenentnahmetechnik ist Deutschland gegenüber dem Ausland zurückgefallen. Hier gilt es, die Zusammenarbeit zwischen Forschungsinstituten und Industrie zu stärken.

Aus der Sicht der marinen Umweltforschung verdient der Vergleich von Ökosystemen verschiedener Klimazonen und unterschiedlicher Nutzungsgrade besondere Beachtung. Dabei bedarf es neuer Konzepte und Strukturen der Verknüpfung natur- und gesellschaftswissenschaftlicher Ansätze zur Analyse und Bewältigung mariner Umweltprobleme auf regionaler Basis. Ferner muß die Kopplung physikalischer und bio-geochemischer und ökologischer Modelle betrieben und die Anwendung der Fernerkundungs-, Roboter- und Sensortechnologien auf die Meeresforschung und -überwachung forciert werden. Die deutsche Meeresfor-

48) Wissenschaftsrat: Stellungnahme zur Meeresforschung, Köln 1989, S. 122.

schung muß auch in Zukunft wesentliche Beiträge für die Weiterentwicklung von Überwachungsstrategien (Monitoringprogramme) und die dafür erforderlichen Meßsysteme leisten.

Der Wissenschaftsrat begrüßt die beim Ausbau des Forschungspotentials der Meeresforschung in Deutschland eingeschlagene Entwicklung zur Schaffung örtlicher und regionaler Zentren. Er hält eine weitere interdisziplinäre Vernetzung der Forschungsaktivitäten mit wissenschaftlicher Schwerpunktsetzung für dringend erwünscht. Hierzu können flexible, auf Zeit angelegte Forschungsverbände wesentlich beitragen. Vernetzung und Konzentration sollten vor allem der weiteren Steigerung der wissenschaftlichen Leistungskraft der deutschen Meeresforschung dienen und ihr noch größeres Gewicht bei der Gestaltung internationaler Programme verleihen.

Der Wissenschaftsrat begrüßt die Einbindung der führenden außeruniversitären Institute in die Lehre. Im Interesse der Hochschulforschung sollte auch in Zukunft die Fremd-Nutzung der Forschungsschiffe unbürokratisch und möglichst ohne gegenseitige Kostenerstattung erfolgen. In den neuen Ländern müssen die Verbindungen zwischen dem Institut für Ostseeforschung, dem Institut für Ostseefischerei und den Universitäten Greifswald und Rostock gestärkt werden. Um diese Einrichtungen fest in die deutsche und europäische Meeresforschung zu integrieren, gilt es, die in Grundzügen vorhandene Zusammenarbeit zwischen den Instituten in den alten und neuen Ländern durch organisatorische Maßnahmen und gemeinsame Forschungsprojekte zu festigen und voranzutreiben.

Der Wissenschaftsrat würdigt das Engagement zur Zusammenarbeit mit internationalen Organisationen und in internationalen Forschungsprogrammen. Diese Tendenz muß weiterhin gefördert werden, wobei der bilateralen und multinationalen Kooperation mit Ländern der Dritten Welt größere Aufmerksamkeit als bisher geschenkt werden muß. Der Zusammenarbeit auf europäischer Ebene kommt immer größere Bedeutung zu. Sie geht über den Rahmen der EU hinaus, weil die skandinavischen und osteuropäischen Meeresforscher wichtige Partner für die deutschen Programme in der Ostsee und im Nordpolarmeer sind. Besonders begrüßt der Wissenschaftsrat Initiativen für eine internationale Verbundforschung, die die Ostsee als Ganzes unter den Aspekten der marinen Grundlagenforschung sowie des Umweltschutzes betrachtet.

Polargebiete

Die Polarforschung ist eng mit der Klimaforschung verknüpft. Dabei spielen zwei Gesichtspunkte eine wesentliche Rolle:

(1) Die kontinentalen Eismassen der Antarktis und Grönlands und die marinen und limnischen Sedimente in den Polarmeeren bzw. den Süßwasserseen eisfreier Gebiete liefern die wichtigsten Daten zum Verständnis des Wechsels von Warm- und Kaltzeiten in den für globale Kli-

maschwankungen besonders sensiblen Polarregionen. Bohrungen im antarktischen Inland- und Schelfeis sowie Studien des grönländischen Eisschildes durch deutsche Wissenschaftler erbrachten wertvolle Informationen über die Klimaschwankungen der jüngsten Erdgeschichte. Die Analyse der grönländischen Eisproben, die eine kontinuierliche Klimaabfolge von über 200 000 Jahren dokumentiert, zeigt abrupte Veränderungen beim Wechsel zwischen den letzten Warm- und Kaltzeiten. Modelle über die Veränderung der Eisschilde der Antarktis und Grönlands in Abhängigkeit von globalen Temperaturänderungen leisten einen nützlichen Beitrag zum Verständnis der Reaktionen des „Systems Erde“ auf globale Veränderungen. Sie liefern ferner Hinweise auf mögliche Auswirkungen künstlicher (anthropogener) Eingriffe in dieses System.

Die großen und sehr kostspieligen Eisbohrungen in Grönland und die geplanten Unternehmen in der Antarktis sind europäische Gemeinschaftsprojekte, zu denen Deutschland einen beträchtlichen wissenschaftlichen und finanziellen Beitrag leistet. Die sedimentologischen Untersuchungen in antarktischen Süßwasserseen setzen Arbeiten der Antarktisforschung der DDR unter Anwendung neuer Methoden fort. Aufwendiger ist die Gewinnung der marinen Sedimente. Sie erfolgt größtenteils mit Hilfe des Forschungsschiffes „Polarstern“. Um weit in präglaziale Perioden vorzudringen, bedarf es langer Bohrkerne, die bisher nur durch das „Ocean Drilling Program“ unter Einsatz des Bohrschiffes „Joides Resolution“ in internationaler Kooperation gewonnen werden können. Anhand von Isotopenverteilungen und charakteristischen Mikrofossilien in den Sedimenten lassen sich die Verlagerung der Temperaturzonen im Ozean, Verschiebungen der Packeisausdehnung und der Schelfeisdecken und damit Veränderungen der ozeanischen Zirkulation ableiten. Die Palaeoozeanographie der Polarmeere dient nicht nur der Rekonstruktion von Klimaveränderungen in den Polargebieten, sondern in Verbindung mit ähnlichen Daten aus anderen Zonen des Weltmeeres auch der Beschreibung und Interpretation globaler Klimaschwankungen.

(2) Die Polarmeere stehen mit der Atmosphäre in regen Wechselbeziehungen und sind eng an das globale Klima gekoppelt. Von Jahr zu Jahr und über längere Zeiträume schwankt die Ausdehnung der Meereisfelder. Unterschiedliche Eisverbreitung bedeutet unterschiedliche Rückstrahlung der solaren Energie. Die Albedo von Meereis ist zehnmal höher, die des offenen Wassers weniger als 10 %. Andererseits unterbindet bereits eine ein Meter dicke Eisdecke den Wärmeaustausch zwischen Ozean und Atmosphäre fast völlig, während durch dünnes Eis und in eisfreien Rinnen und Waken viel Wärme aus dem Meer in die darüberliegenden Luftschichten strömt.

In dieses System kann – die natürlichen Schwankungen überlagernd – die vom Menschen bedingte Verstärkung des Treibhauseffektes eingreifen mit vermutlich stärkerer Auswirkung in der Nordpolarregion als im

Süden. Das Meereis mit seiner hohen Rückstrahlung ist gekoppelt mit der Meerestemperatur, so daß eine Verringerung des Eises die Erwärmung verstärkt.

Die kalten Meere nehmen, solange sie eisfrei sind, Kohlendioxid auf und transportieren es dank ihrer tiefgreifenden Vermischung bis in die Tiefsee. Eisbedeckung verhindert dagegen den Gasaustausch zwischen Ozean und Atmosphäre. Umstritten ist noch, ob die Polarmeere infolge der Eisbedeckung per saldo Senken oder Quellen atmosphärischen CO₂ sind. Die Rolle der Produktion des Phytoplanktons und der von ihm an die Atmosphäre abgegebenen Stoffe einschließlich des biologischen Einflusses auf die Wolkenbildung ist zumindest in den Polarmeeren ebenfalls noch nicht geklärt.

Die polare Klimaforschung studiert einerseits die ozeanische Zirkulation, die Kopplung von Ozean und Atmosphäre sowie die Eisbildung und den Eistransport durch Rechenmodelle, andererseits liefern Langzeitbeobachtungen der Meeres- und Eisoberfläche vom Satelliten aus sowie Messungen an Landstationen, Schiffen und automatischen Meßsystemen laufend Informationen über die Vorgänge in der Natur.

Während in Westdeutschland die marine Polarforschung dominierte, konzentrierte sich die Polarforschung der DDR auf Untersuchungen auf dem antarktischen Kontinent. Die Gründung der Potsdamer Forschungsstelle des AWI führte zu einem Erhalt der umweltrelevanten terrestrischen Polarforschung. An den beiden ganzjährig besetzten Polarstationen Neumayer (Antarktis) und Koldewey (Spitzbergen) werden u. a. regelmäßig hochauflösende Ozonsondierungen durchgeführt. Die für den Ozonabbau mitverantwortlichen Spurengase und Aerosole sowie die vertikalen kurz- und langwelligen Strahlungsflüsse nahe der Erdoberfläche werden gleichzeitig gemessen. Die landgestützten Untersuchungen der Atmosphärenzusammensetzung werden ergänzt durch Flugzeugmessungen.

Die großen sibirischen Permafrostgebiete, die nach der politischen Öffnung Rußlands für die westliche Wissenschaft zugänglich geworden sind, haben eine besondere Bedeutung im Zusammenhang mit einer möglichen Erwärmung der Erde. Der in den Permafrostböden in unterschiedlicher Bindungsform gespeicherte Kohlenstoff wird bei Temperaturänderungen möglicherweise gasförmig freigesetzt und verstärkt den Treibhauseffekt. In gemeinsamen Forschungsprojekten mit russischen Instituten werden deshalb von deutschen Wissenschaftlern mineralogische und geochemische Prozesse untersucht sowie die natürliche und anthropogene Variation von Schwermetallen in einigen Gebieten Sibiriens analysiert.

Die deutsche Polarforschung wird vor allem vom AWI in Bremerhaven und Potsdam getragen, das als Großforschungseinrichtung neben der Durchführung großer, vielfach langfristig angelegter und mit den Hoch-

schulen eng gekoppelter Forschungsprogramme auch wichtige Service- und Koordinationsaufgaben zu erfüllen hat. Das Institut stellt die Logistik für die Mehrzahl der deutschen Polarexpeditionen bereit. Für die Einsatzplanung der Großgeräte und Stationen sind gemischte Gremien von externen und internen Beratern eingesetzt; eine weitere Steuerfunktion haben seit 1981 das DFG-Schwerpunktprogramm Antarktische Forschung sowie der deutsche Landesausschuß des Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR).

Um die Umweltschäden, die durch Forschungsreisen und Forschungsstationen sowie durch Touristen entstehen, so klein wie möglich zu halten, wird mit Industriefirmen und ausländischen Forschungseinrichtungen an der Entwicklung von Vermeidungs- und Entsorgungskonzepten und an den wissenschaftlichen Grundlagen für einen sanften Bildungstourismus gearbeitet.

Polarmedizin spielt als Forschungsfeld in Deutschland praktisch keine Rolle.

Neben dem AWI befassen sich einige kleine Gruppen von Polarforschern mit umweltrelevanten Themen. Die Pinguinforschung und die marine Geologie des Nordpolarmeeres haben ihren Schwerpunkt in Kiel, wo sich das Institut für Polarökologie der Universität mit biologischen Untersuchungen im Nordpolarmeer befaßt. Glaziologische Arbeitsgruppen gibt es an verschiedenen deutschen Universitäten. Die Arbeiten der Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Hamburg, an antarktischen Fischen und Krill wurden in jüngerer Zeit eingeschränkt. Die geowissenschaftlichen Untersuchungen verschiedener Hochschulinstitute und vor allem der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, haben nur einen geringen Bezug zur Umweltforschung. Wichtiger sind in diesem Zusammenhang die Gemeinschaftsunternehmen von Geographen verschiedener Hochschulen zur Erforschung von terrestrischen Eisrandregionen. Zwischen diesen Gruppen bestehen gute Kontakte.

Die deutsche Polarforschung war gemäß der Empfehlung des Wissenschaftsrates von 1979 von vornherein auf internationale Zusammenarbeit angelegt. Wichtigste westeuropäische Partner sind der British Antarctic Survey und das Norsk Polarinstitut. Die Zusammenarbeit mit den russischen Instituten konnte ungebrochen fortgeführt und 1993 durch Gemeinschaftsunternehmen in der Laptev-See und in Sibirien sehr wesentlich ausgebaut werden.

Neben internationale Gemeinschaftsunternehmen von SCAR treten zunehmend europäische Vorhaben, die gemeinsam von EU und ESF unter Federführung von ECOPS durchgeführt werden. Die deutsche Polarforschung hat dabei mit den „European Polarstern Studies“ (EPS) frühzeitig die Initiative ergriffen.

Stellungnahme

Die Programme zur Erforschung der Rolle der Polargebiete für die Klimasteuerung sowie die Untersuchungen zur Paläozeanographie und -klimatologie sind international eingebunden in das IGBP⁴⁹⁾ und in das weitergefaßte „Global Change Programme“. Die deutsche Polarforschung beteiligt sich intensiv an europäischen Gemeinschaftsprojekten.

Die deutsche polare Umweltforschung konzentriert sich vor allem auf die Untersuchung der Austauschprozesse zwischen Ozean, Eis und Atmosphäre sowie von Sedimenten als Zeugen früherer Klimaveränderungen. Der Wissenschaftsrat begrüßt diese Schwerpunktsetzung, er regt aber an, die geowissenschaftlichen Arbeiten in der russischen Arktis sowie die terrestrische Ökologie zu verstärken und sich an europäischen Eisbohrprogrammen in der Antarktis und auf Grönland intensiv zu beteiligen.

Der Wissenschaftsrat empfiehlt, die Polarforschung an den Hochschulen zu festigen, damit die Arbeitsteilung zwischen dem AWI, das hervorragend mit Großgeräten und Polarstationen ausgestattet ist, und externen Forschergruppen nicht gefährdet wird. Eine weitergehende Konzentration der Polarforschung auf das AWI sollte verhindert werden. An den Hochschulen sind im Interesse der Lehre und der Effizienz der Forschung leistungsfähige Polarforschungsgruppen erforderlich. Diese Gruppen sind auf gezielte Projektförderung durch das BMFT und auf die Fortsetzung des DFG-Schwerpunktprogrammes Antarktischforschung angewiesen, das in stärkerem Maße als bisher für Projekte in der Arktis geöffnet werden sollte.

II. 8. Naturschutz und Landschaftspflege

Begriffsdefinition und -abgrenzung

Ziel des Naturschutzes und der Landschaftspflege ist es laut § 1 des Bundesnaturschutzgesetzes, Natur und Landschaft im besiedelten und unbesiedelten Bereich so zu schützen, zu pflegen und zu entwickeln, daß die Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts, die Nutzungsfähigkeit der Naturgüter, die Pflanzen- und Tierwelt sowie die Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft als Lebensgrundlagen des Menschen und als Voraussetzung für seine Erholung in Natur und Landschaft nachhaltig gesichert sind. Der Gesetzgeber hat mit der Doppelbezeichnung „Naturschutz und Landschaftspflege“ zwei Begriffe aus einer Reihe z.T. ähnlich lautender und häufig synonym gebrauchter Termini ausgewählt: Landes- und Landschaftspflege, Landschaftsplanung, Landschaftsökologie, Dorf- und Stadtökologie, Grünordnung und -planung, Naturschutz, Arten- und Biotopschutz.

49) IGBP = International Geosphere-Biosphere Programme.

Zu unterscheiden sind hierbei die Begriffe, die sich auf die Gesamtaufgabe Schutz, Pflege und Entwicklung von Natur beziehen, und Begriffe, die Instrumente zur Umsetzung dieser Ziele bezeichnen (wie Landschaftsplanung, Grünplanung). Der Begriff „Naturschutz“ wird zunehmend sinngleich mit dem Begriff „Naturschutz und Landschaftspflege“ verwendet.

Hochschuldisziplinen auf dem Gebiet Naturschutz und Landschaftspflege

Naturschutz- und Landschaftspflegeforschung (im folgenden kurz „Naturschutzforschung“ genannt) ist in erster Linie angewandte Forschung. Sie ist multidisziplinär angelegt und bezieht ihre Grundlagen vornehmlich aus der Biologie, der Ökosystemforschung und den Geowissenschaften. Sie hat starke Bezüge zu benachbarten Disziplinen der Landnutzung (wie Agrar- und Forstwissenschaften). Da sie Wertungen vornimmt und Handlungsanleitungen erarbeitet, werden auch geistes-, sozial-, wirtschafts- und rechtswissenschaftliche Ansätze einbezogen. Eine Verbindung zu den Ingenieurwissenschaften ergibt sich vor allem auf planerischen und technischen Gebieten, die mit unmittelbaren Eingriffen in Natur und Landschaft verbunden sind, wie Wasserwirtschaft, Verkehrswesen, Architektur, Städtebau und Landesplanung.

Grundständige naturschutzbezogene Studiengänge – mit Ausnahme der Landespflege, die aber teilweise stark technisch-gestaltend orientiert ist – bestehen in Deutschland nicht. Im Jahre 1990 wurde an der Universität Marburg ein Hauptfach Naturschutz im Rahmen des Diplomstudiengangs Biologie eingerichtet. Auch die Universität Hamburg bietet mittlerweile das Hauptfach Naturschutz an. An der Universität Göttingen soll in der Biologie ein Nebenfach Naturschutz eingeführt werden. An der Universität Greifswald wird ein Studienschwerpunkt „Landschaftsökologie und Naturschutz“ in der Biologie in Kooperation mit Geographen, Zoologen und Wirtschaftswissenschaftlern angeboten, an der FH Eberswalde ein Studiengang Landschaftsnutzung und Naturschutz. Naturschutz und Landschaftspflege als Hauptfach bzw. als Studienschwerpunkt einzuführen wird an weiteren Universitäten diskutiert (z. B. in Dresden, FU Berlin).

Naturschutzaspekte spielen auch im Studiengang Geoökologie eine wesentliche Rolle, der sich mit den komplexen Beziehungen zwischen den Landschafts- und Standortfaktoren und der Biosphäre befaßt und neben den Geowissenschaften auch Biologie, Chemie, Physik und Mathematik einbezieht. Geoökologie wird an den Universitäten Bayreuth, Karlsruhe und Braunschweig angeboten.

Die landnutzenden Disziplinen der Agrar- und Forstwissenschaften haben an immer mehr Universitäten und Fachhochschulen naturschutzrelevante ökologische Schwerpunkte. Die planerische Seite des Naturschutzes und der Landschaftspflege wird von den querschnittsorientier-

ten Fachdisziplinen Landespflege, Landschaftsökologie, Landschaftsplanung, Landschaftsarchitektur, Grünplanung und Raumplanung, an Universitäten und Fachhochschulen behandelt.

Zwischen den unterschiedlichen Ausbildungsgängen, die zu einem Abschluß mit Schwerpunkt „Naturschutz“ führen (z. B. Biologie, Landespflege, Landschaftsplanung, Geographie, Agrar- und Forstwissenschaft), besteht Abstimmungsbedarf. Zu diesem Zweck hat sich ein vom Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft geförderter Arbeitskreis „Naturschutzausbildung in der Biologie Deutschlands, Österreichs und der Schweiz“ gebildet, der kürzlich ein Positionspapier zur Koordinierung der Ausbildung vorgelegt hat.

Außeruniversitäre Einrichtungen

Im außeruniversitären Bereich sind in der Forschung auf dem Gebiet des Naturschutzes und der Landschaftspflege das Bundesamt für Naturschutz (BfN) und die Ressorteinrichtungen der Länder für Umwelt- und Naturschutz zu nennen.

Die Naturschutzabteilungen in den Umweltministerien der Länder haben sich zu einer Länderarbeitsgemeinschaft für Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung (LANA) zusammengeschlossen, an deren Sitzungen auch BMU und BfN teilnehmen. Dort werden gemeinsam Fragen des Naturschutzes und der Landschaftspflege erörtert sowie Konzepte, Empfehlungen und Maßnahmen des Vollzugs in den Ländern erarbeitet.

Förderinstrumente

Forschungsarbeiten über Naturschutz und Landschaftspflege werden vor allem im Rahmen der BMFT-Förderprogramme „Biotop- und Artenschutzforschung“ sowie „Stadt- und Industrielandschaften (Stadtökologie)“ gefördert. Darüber hinaus fördern die Bundes- und Landesressorts für Naturschutz und Landschaftspflege sowie die entsprechenden Fachämter (z. B. BfN und UBA) naturschutzrelevante Forschung. Die DFG finanziert auf diesem angewandten Gebiet nur wenige Einzelprojekte. Seit 1987 fördert der Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft die Naturschutzforschung mit einem Sonderprogramm und ermöglichte den Aufbau des Faches „Wissenschaftlicher Naturschutz“ am Fachbereich Biologie der Universität Marburg.

Neben Ansätzen zur Forschungsförderung im UNESCO-Programm „Man and the Biosphere“ (MAB) auf internationaler Ebene bestehen mehrere EG-Programme zu naturschutzrelevanten Themen, unter anderem eines zum Thema Biodiversität; an diesen Forschungsprogrammen sind jedoch nur wenige deutsche Wissenschaftler und Institutionen beteiligt.

Naturschutz und Landschaftspflege im internationalen Vergleich

Die Forschungsergebnisse der deutschen Naturschutzforschung werden im Ausland, wo die entsprechende Forschung seit längerem entwickelt und anerkannt ist, nur wenig zur Kenntnis genommen. Deutsche Forschungsergebnisse werden kaum in internationalen referierten Zeitschriften publiziert.

Im angelsächsischen Raum bestehen längere Traditionen auf dem Gebiet der Naturschutzforschung im Rahmen der angewandten Ökologie und der „Conservation Biology“, einer Fachrichtung, die auf Fragen des Arten- und Biotopschutzes ausgerichtet ist. Bereits 1913/14 wurde in Großbritannien und den USA eine Ökologische Gesellschaft gegründet, die sich auch mit Naturschutzfragen befaßte. Im Gegensatz hierzu wurde in Deutschland erst in den siebziger Jahren eine entsprechende Fachgesellschaft eingerichtet.

Während in den USA philosophisch begründete Ansätze („land ethics“) in der Naturschutzforschung eine große Rolle spielen und ein wesentlicher Gegenstand dieser Forschung vor allem Großschutzgebiete sind, konzentriert sich die deutsche Naturschutzforschung auf spezifische Artenschutzmaßnahmen, kleinere Schutzgebiete, Kulturlandschaften und Landschaftsgestaltung. In Großbritannien und den Niederlanden ist die Einbeziehung der Faktoren Mensch und Gesellschaft in die Naturschutzforschung weiter fortgeschritten als in Deutschland.

In der internationalen Fachdiskussion weisen Fragen der Biodiversität und ihrer Rolle in bezug auf die Stabilität von Ökosystemen eine größere Bedeutung auf als in der deutschen Forschung.

Stellungnahme

Inhaltliche Stärken der deutschen Naturschutzforschung liegen vor allem auf anwendungsbezogenem Gebiet (z. B. Arten- und Biotopinventarisierung, Bioindikation, Landschaftsplanung, Management von Kulturlandschaften, Strukturwandel von Agro-Ökosystemen etc.). Defizite sind insbesondere in der naturschutzrelevanten ökologischen Forschung sowie in der angewandten Naturschutzforschung mit ökologischem Schwerpunkt und mit landschaftsplanerischem Bezug zu verzeichnen. Des Weiteren fehlen Beiträge aus dem Bereich der Geistes- und Sozialwissenschaften, der Rechtswissenschaften und der Wirtschaftswissenschaften. Die Zusammenarbeit zwischen all diesen Disziplinen auf dem Gebiet der Naturschutzforschung ist unzureichend.

Bis heute ist es der Naturschutzforschung kaum gelungen, wirklich interdisziplinäre Forschungsschwerpunkte zu entwickeln. Die Forschung beschränkt sich auf einzelne, meist relativ isolierte Vorhaben; eine umfassende Synopse der sektoralen Forschungsergebnisse unter-

bleibt nicht selten. Die Ergebnisse werden überwiegend in den Fachzeitschriften der jeweiligen Disziplin veröffentlicht; wissenschaftlich anerkannte interdisziplinäre Fachzeitschriften fehlen noch.

Weitere Felder der Naturschutzforschung, auf denen Defizite bestehen, stellen die ortsbezogene Erfassung von umweltrelevanten Ressourcen oder (Schad-)Stoffen, die Forschung zu naturschutzorientierter Entwicklungshilfe für die Dritte Welt und für Osteuropa sowie die umfassende Bewertung des ökologischen Zustands in den neuen Ländern dar.

Ein Teil der Schwächen der deutschen Naturschutzforschung, vor allem auf dem Gebiet der naturwissenschaftlichen Grundlagenforschung, rührt von der generellen Situation traditioneller Teilgebiete der Biologie her. Vor allem die organismische Biologie, die biologische Systematik und die Taxonomie haben in den letzten Jahren einen starken Niedergang erfahren.

Zu beklagen ist die mangelnde Unterstützung von Sammlungen und taxonomischen Arbeiten.⁵⁰⁾ Des weiteren werden biologische Daten, die in Deutschland langfristig und in großer Dichte erhoben werden, kaum systematisch ausgewertet; Konzepte zur sinnvollen Nutzung dieser Daten wurden bislang nicht erstellt.

Naturschutzforschung muß regionalspezifisch, langfristig und interdisziplinär sein (vgl. z. B. Leitbildentwicklung, Dauerbeobachtung, Sukzessionsforschung). Hierfür fehlen in Deutschland noch weitgehend die Träger.

Ein weiterer Grund für Defizite in der Naturschutzgrundlagenforschung liegt in der Tatsache, daß die Ökologie in Deutschland im Unterschied zu Großbritannien und den USA wenig Eigenständigkeit entwickeln konnte. Dies hat zur Folge, daß die ökologische Forschung (und damit auch die Naturschutzforschung) in den biologischen und den auf die abiotischen Schutzgüter bezogenen Fachbereichen nur wenig Unterstützung durch die anderen Teildisziplinen erfährt, bei denen die primär anwendungsorientierte Forschung auf den Gebieten Naturschutz und Landschaftspflege nur ein geringes Renommee besitzt.

In der Förderlandschaft besteht generell eine Lücke zwischen der Förderung von Grundlagenforschung und von unmittelbar praxiszentrierter Datenermittlung. Qualifizierte Naturschutzforschung wird nur unzureichend über die vergleichsweise kleinen Förderschwerpunkte des BMFT und des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft abgedeckt.

50) Vgl. Empfehlungen der Kommission Grundlagenforschung: Förderung der Grundlagenforschung durch den Bundesminister für Forschung und Technologie, Bonn 1991, S. 26 f.

Der Wissenschaftsrat empfiehlt zur Behebung dieser Defizite in der Naturschutzforschung eine stärkere Förderung dieser Bereiche, z. B. durch die Einrichtung von Förderschwerpunkten für Angewandte Ökologie oder Naturschutz bei der DFG. Durch spezielle Förderprogramme sollte die interdisziplinäre Zusammenarbeit, insbesondere mit den Sozial-, Wirtschafts-, Rechts- und Geisteswissenschaften verbessert werden.

Darüber hinaus sollten die vernachlässigten Gebiete der organismischen Biologie sowohl durch die Hochschulen als auch durch die Förderinstitutionen verstärkt gefördert werden, insbesondere die Taxonomie, die wichtige Grundlagen nicht nur für die Naturschutzforschung, sondern auch für die Ökologie und andere biologische Teildisziplinen liefert. Den auf dem Gebiet Naturschutzforschung tätigen Wissenschaftlern wird eine verstärkte Hinwendung zu den oben genannten inhaltlichen Defizitbereichen und die vermehrte Publikation von Forschungsergebnissen in internationalen Fachzeitschriften empfohlen. Die deutsche Naturschutzforschung sollte an internationalen Programmen teilnehmen und sich damit stärker in die internationale Forschung einbinden.

Der Wissenschaftsrat empfiehlt den Hochschulen, auf diesem Gebiet gezielt ein Graduiertenkolleg einzurichten, um die interdisziplinäre Forschung voranzutreiben.

Die Frage, ob künftig in Deutschland zusätzlich zu den bestehenden Landespflege-Studiengängen und den entsprechenden Fachrichtungen in den agrar- und forstwissenschaftlichen Studiengängen neue grundlegende Studiengänge zu Naturschutz und Landschaftspflege angeboten werden sollten, ist aus der Sicht des Wissenschaftsrates zu verneinen. Vielmehr sollte einer fundierten naturschutzbezogenen Ausbildung im Rahmen der Landschaftsplanung, Landespflege, Biologie, der Geowissenschaften und der Landnutzungsdisziplinen sowie der Einrichtung fächerübergreifender Studienschwerpunkte, die der notwendigen Interdisziplinarität des Forschungsgebietes gerecht werden, der Vorzug gegeben werden. Dabei ist es besonders für die Studiengänge der Landschaftsplanung/Landespflege und der Biologie wichtig, die Lehrkapazität zu verstärken, um eine qualifizierte Ausbildung zu gewährleisten. Auch ist es wichtig, daß die sozio-ökonomischen Disziplinen in ausreichendem Umfang in diese Studiengänge integriert werden. Da auf dem Arbeitsmarkt (Naturschutz- und Planungsbehörden, Industrie, Verbände etc.) anwendungsorientiert ausgebildete Ingenieure und Planer nachgefragt werden, die vorwiegend an den Fachhochschulen ausgebildet werden, ist der dort geplante Ausbau der Kapazitäten sinnvoll.

Das Fach Naturschutz sollte an einer begrenzten Zahl von Universitäten als Haupt- oder Nebenfach der Biologie und der Land- und Forstwissenschaften eingeführt werden; hierbei sollte eine länderübergreifende Koordination erfolgen, um überregionale Schwerpunkte zu ermöglichen. Diese Schwerpunkte bedürfen einer angemessenen Ausstattung und Mindestgröße, um auch international wettbewerbsfähige Arbeiten her-

vorbringen zu können. Die Stärkung dieser Disziplinen kann durch Umwidmung vorhandener Ressourcen der Bio- und Geowissenschaften sowie der Landnutzungsdisziplinen erfolgen. Eine Zersplitterung der Kräfte in viele unterkritisch ausgestattete Lehrstühle und Institute ist zu vermeiden.

Naturschutzrelevante Studieninhalte sollten auch in Lehramts-Studiengänge integriert werden, da der Vermittlung von Naturschutzwissen an den Schulen eine hohe Bedeutung zukommt, entsprechende Inhalte aber bislang in der Lehrerausbildung kaum vermittelt werden.

II. 9. Umweltbewußtsein und -verhalten

Die meisten Umweltprobleme, die heutzutage im Zentrum der Aufmerksamkeit stehen und zum Gegenstand der Forschung werden, sind Folgen menschlichen Handelns. Ansätze zur Lösung von bereits eingetretenen, mehr aber noch zur Prävention von Umweltproblemen, müssen daher notwendig den Menschen und seine vielfältigen Beziehungen zur Umwelt einbeziehen. Versteht man Umweltveränderungen als Ergebnis der Wechselwirkung von Mensch und Umwelt, sind die Humanwissenschaften, speziell die Sozial- und Verhaltenswissenschaften sowie die Rechts- und Wirtschaftswissenschaften, gefordert, sich der verschiedenen Aspekte und Ebenen dieser Wechselwirkung anzunehmen. Bislang konzentrierten sich Forschungsfragen vorzugsweise auf den Menschen als Betroffenen von Umweltveränderungen. Immer wichtiger wird es jedoch, darüber hinaus den Menschen als Verursacher, aber auch als potentiellen Bewältiger dieser Umweltveränderungen zu begreifen.

Umweltforschungsthemen, die von den Natur- und Ingenieurwissenschaften bearbeitet werden, erfordern zunehmend disziplinübergreifende Lösungsansätze. Dazu zählen Forderungen nach integrierten Produktionsverfahren, die von den „end-of-the-pipe“-Techniken wegführen sowie Fragestellungen der Technikfolgenabschätzung. Es ist erkennbar, daß angesichts der Komplexität der Ursache-Wirkungsbeziehungen und der vielfältigen Wechselwirkungen von Faktoren eine frühzeitige, umfassende Beteiligung der humanwissenschaftlichen Disziplinen und die Entwicklung integrativer transdisziplinärer Forschungsansätze zunehmend wichtiger werden.

Zur humanwissenschaftlichen Umweltforschung (Humanökologie) tragen folgende Einzelwissenschaften bei: Psychologie, Soziologie, Politikwissenschaft, Ökonomik, Rechtswissenschaft, Geographie, Ethnologie, Philosophie, Theologie, die Geschichtswissenschaften und Erziehungswissenschaft. Die vordringliche Aufgabe der humanwissenschaftlichen Umweltforschung liegt darin, Mensch-Umwelt-Beziehungen zu analysieren. Dies geschieht auf verschiedenen Ebenen (z.B. Individuum, Gruppe, gesellschaftliche Institutionen, Kulturen) und in verschiedenen Bereichen menschlichen Handelns (z.B. Umweltwahrnehmung und

-bewertung, demographische Veränderungen, Ressourcen, ökonomische, rechtliche, politische und kulturelle Strukturen). Hinzu kommt die zeitliche Dimension, zum einen, weil gerade in bezug auf die Umwelt die Folgen menschlicher Handlungen erst nach längerer Zeit deutlich werden; zum anderen, weil es seit der Industrialisierung verstärkte Bemühungen gibt, auf Umweltbelastungen zu reagieren. Auf diesen Grundlagen gilt es, Konzepte und Strategien zur Umsetzung von Maßnahmen zur Umweltvorsorge sowie zur Anpassung an Umweltveränderungen auszuarbeiten. Im globalen Sinn wird hier seit dem Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (1987) von „nachhaltiger Entwicklung“ (sustainable development) gesprochen. Es geht dann auch darum, wie die verschiedenen Teile der Weltgesellschaft dazu beitragen können.

Zur Vielfalt der Themen humanökologischer Umweltforschung gehören z. B. Wahrnehmung und Bewertung von Umweltproblemen sowie individuelle und institutionelle Entscheidungs- und Handlungsprozesse in komplexen und intransparenten Situationen. Weiter geht es um Determinanten verschiedener Strategien der Ressourcennutzung in heutigen und früheren Kulturen und Wirtschaftssystemen oder auch um die individuellen, sozialen, ökonomischen und politischen Aspekte der Verursachung und Bewältigung von Umweltkonflikten. Auch die Bedingungen der Entwicklung umweltverträglicher Verhaltensweisen sind ebenso zu untersuchen wie die Wirksamkeit von umweltpolitischen Maßnahmen auf kommunaler, nationaler und internationaler Ebene.

Die Aussage des Senatsausschusses für Umweltforschung (SAUF) der DFG aus dem Jahre 1976, daß gegenüber großen Fortschritten in naturwissenschaftlicher und technischer Umweltforschung ein relativer Rückstand der Geistes-, Verhaltens- und Sozialwissenschaften einschließlich der Wirtschaftswissenschaften zu konstatieren sei, trifft weitgehend auch heute noch zu.

Insbesondere sind folgende Problemfelder zu nennen:

- unzureichende Hinwendung der humanwissenschaftlichen Disziplinen zu Umweltthemen,
- geringe Erfassung dieser Perspektive in Forschungsprogrammen,
- defizitäre Kooperation zwischen den verschiedenen Humanwissenschaften,
- unzureichende interdisziplinäre Kooperation mit Natur- und Technikwissenschaften und
- Defizite bei nationalen und internationalen Forschungsk Kooperationen zur Erfassung globaler Aspekte.

Hierauf nachdrücklich hinzuweisen, scheint gerade in den humanwissenschaftlichen Wissenschaftsdisziplinen notwendig, die nach wie vor überwiegend durch Einzelprojekte gekennzeichnet sind und deren Fragestellungen Teamwork nicht von vornherein nahelegen. Ein besonderes Hemmnis für die Intensivierung gemeinsamer Forschung besteht offensichtlich in der Schwierigkeit, eine gemeinsame Sprache zu finden. Zudem entsprechen die vorherrschenden Instrumente der Forschungsförderung ebenso wie die tradierten Karrieremuster in den Wissenschaftsdisziplinen und die darauf orientierte Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses nicht den Bedürfnissen der für Umweltfragen vielfach gebotenen Zusammenarbeiten mit Wissenschaftlern aus anderen Fachgebieten.

Für viele Fragen ist es wichtig, bereits in der Phase der Konzeption von Forschungsaufgaben zu transdisziplinärer Kooperation zusammenzufinden. Es ist festzustellen, daß die humanwissenschaftlichen Fächer bislang wenig beteiligt sind, sich hierum auch selten bemühen. Deswegen sind auch strukturelle Anpassungen in der Forschungsförderung geboten, die nachfolgend dargestellt werden. Dabei gilt als grundsätzliches Ziel, das bislang überwiegend disziplinär orientierte Instrumentarium um Verfahren zu erweitern, die speziell eine Förderung transdisziplinärer und internationaler Forschung innerhalb der Geistes- und Sozialwissenschaften und darüber hinaus vorsehen.

Geistes- und Sozialwissenschaften

Disziplinen mit Beiträgen zur Umweltforschung sind Psychologie, Soziologie, Politologie, Pädagogik, Philosophie und Geschichtswissenschaften. Die Lehrstühle dieser Disziplinen sind jedoch üblicherweise nicht speziell der Umweltforschung gewidmet. Umweltthemen gehören im Regelfall auch nicht zu den Pflicht- oder Wahlpflichtfächern der von diesen Disziplinen angebotenen Studiengänge.

Umweltpsychologie ist an einzelnen Universitäten bereits seit Mitte der siebziger Jahre vertreten; ihr weiterer Ausbau erfolgt jedoch nur langsam. Untersucht werden Werthaltungen, Einstellungen und Motive als Bedingungen für umweltschädigendes bzw. umweltbewußtes Handeln. Weitere Themen sind menschliche Reaktionen auf Umweltbelastungen (z. B. Lärm oder Luftverschmutzung), Analysen typischer Fehlentscheidungen im Umgang mit komplexen Systemen sowie Probleme der Wahrnehmung, Kommunikation und Akzeptanz von Risiken, z. B. im Rahmen der Technikfolgenabschätzung. Ein erstes Schwerpunktprogramm der DFG zur „Psychologischen Ökologie“ wurde 1978 begonnen und zehn Jahre lang gefördert. Das neue interdisziplinäre DFG-Schwerpunktprogramm „Globale Umweltveränderungen: sozial- und verhaltenswissenschaftliche Dimensionen“ ist wesentlich von der Psychologie mitgestaltet worden.

Umweltbildung als integrativer Teil der Allgemein- und Berufsbildung ist bisher nur in geringem Umfang Gegenstand von Forschungsaktivitäten in der Erziehungswissenschaft und benachbarten Disziplinen. Angestoßen durch die erste Umweltkonferenz der Vereinten Nationen 1972 befassen sich derzeit einige wenige Hochschulen, ein Institut der Blauen Liste sowie einige Landesinstitute mit bildungstheoretischen und praxisbezogenen Konzepten der Vermittlung von Umweltwissen und umweltgerechtem Handeln. Der Wissenschaftsrat ist der Auffassung, daß die Erfordernisse des Umweltschutzes neue Formen ganzheitlichen, fächerübergreifenden Lernens und infolgedessen auch neue Lehrformen notwendig machen, die durch entsprechende Forschungsaktivitäten fundiert werden müssen. Von einzelnen Pilotprojekten abgesehen, sind bisher jedoch noch kaum Brücken zwischen Umweltforschung und Umweltbildung geschlagen worden. Insbesondere fehlt es weitgehend an der systematischen Bewertung von Curricula zur Umweltbildung, die in den verschiedenen Bildungsbereichen eingesetzt werden.

Soziologische Umweltforschung gibt es in Ansätzen seit langem (Human Ecology der Chicago-Schule seit den zwanziger Jahren, in Deutschland seit Mitte der siebziger Jahre). Allerdings wird diese nur an wenigen deutschen Hochschulen (Hamburg, Trier, Bremen, Oldenburg, Dortmund) betrieben und beschränkt sich dort bisher auf den Bereich der gebauten Umwelt (Stadt-, Siedlungssoziologie). In diesem Bereich sind neue Entwicklungen mit internationaler und teilweise auch interdisziplinärer Zusammenarbeit festzustellen. So entsteht z. B. an der Universität Trier aus der Zusammenarbeit zwischen Volkswirtschaft und Soziologie ein Arbeitsschwerpunkt „Ökologische Stadt- und Regionalentwicklung“. „Umweltsoziologie“ als Thema soziologischer Lehre ist in Deutschland noch kaum entwickelt. Es bestehen jedoch Ansätze zu soziologischer Umweltforschung unter Themen wie Technikfolgenabschätzung bzw. Technikwirkungsforschung sowie zur Risikoforschung und zur Wissenschaftsforschung.

Neuere, auch sozialwissenschaftlich relevante Ansätze zur Umweltforschung gibt es auf dem Gebiet der Systemanalyse und -modellierung. Bei diesen Ansätzen werden zunehmend die Wechselwirkungen von Mensch und Umwelt berücksichtigt. Die Wissenschaftsforschung hat die Struktur und Entwicklung der Wissenschaften selbst zum Thema; in bezug auf die Umwelt wird hier insbesondere die Rolle einzelner Wissenschaften bei der Verursachung, Verwissenschaftlichung, Vergesellschaftung und Politisierung von Umweltproblemen untersucht.

In den Politikwissenschaften bestehen erste Umweltforschungsansätze durch internationale Vergleiche, Akteuranalysen⁵¹⁾ sowie Untersuchungen der Grenzen, der Wirksamkeit und der Vollzugsdefizite von Umweltpolitik. Zentrale Themen sind neuerdings auch die Analysen von

51) Akteure = Parteien, Bürgerbewegungen u. a.

Umweltkonflikten und die Entwicklung neuer Verfahren der Konfliktlösung und -vermittlung.

Umweltforschung in der Philosophie (und auch in der Theologie) umfaßt Ansätze der traditionellen Technikphilosophie, Technikfolgenabschätzung und angewandten Ethik, insbesondere der biomedizinischen Ethik. Im letztgenannten Bereich besteht in Nordrhein-Westfalen eine interdisziplinäre Forschungsarbeitsgemeinschaft Bioethik, der über 20 Wissenschaftler verschiedener Hochschuldisziplinen angehören, die sich mit Themen wie Organtransplantation, Humangenetik und Gentechnik im nichthumanen Bereich auseinandersetzen. Ferner ist auf das Zentrum Ethik in den Wissenschaften an der Universität Tübingen zu verweisen (vgl. C. VI. 3.5.), das sich mit bioethischen und umweltethischen Projekten beschäftigt.

In den Geschichtswissenschaften ist die historische Umweltforschung noch wenig ausgebaut, findet jedoch zunehmendes Interesse. Ein Schwerpunkt liegt auf der Erforschung vorindustrieller Gesellschaften, die nahezu durchgängig von Ressourcenknappheit gekennzeichnet waren. In der prähistorischen Umweltforschung ist es dabei zu einer Zusammenarbeit mit naturwissenschaftlichen Disziplinen gekommen, um die Geschichte des menschlichen Einflusses auf die Umwelt in der Vor- und Frühgeschichte zu rekonstruieren. Ein zweiter Schwerpunkt liegt auf der Zeit seit der Industrialisierung, wobei es einerseits um die damit verbundene wachsende Belastung geht, andererseits jedoch auch um die Bemühungen, diese Belastungen zu reduzieren. Eine besondere Phase bilden die Jahre nach dem Zweiten Weltkrieg, in denen mit dem weltweit verstärkten Wachstum die Umweltprobleme deutlich zunahmten. Bei diesen Forschungen ist eine interdisziplinäre Zusammenarbeit mit den Ingenieur- und Naturwissenschaften in besonderer Weise erforderlich.

Das Zusammenwirken von sozial- und geisteswissenschaftlicher Umweltforschung auf der einen Seite und naturwissenschaftlicher und technischer Umweltforschung auf der anderen Seite beschränkt sich auf relativ wenige Projekte, Programme und Einrichtungen. Vor allem im Bereich der Technikfolgenabschätzung sowie für Fragestellungen eines das menschliche Verhalten einbeziehenden Umweltschutzes ist eine solche Kooperation notwendig. Technikfolgenforschung wird in erster Linie von Arbeitsgruppen außeruniversitärer Einrichtungen betrieben.

Sozioökonomische Begleitforschung ist verschiedentlich in begrenztem Maße in größeren naturwissenschaftlichen Projekten/Programmen, z. B. zur Ökosystemforschung, Waldschadensforschung, Tropenwaldforschung u. ä. anzutreffen. Institutionalisiert werden soll die Zusammenarbeit der Geistes- und Sozialwissenschaften und der Natur- und Ingenieurwissenschaften im Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle (UFZ), das Grundlagen zum Verständnis und zur Bewältigung von Umweltproblemen in hochbelasteten Ballungsräumen erarbeiten soll. Auch in der Konzeption des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung

(PIK), das sich mit der wissenschaftlichen Abschätzung der Auswirkungen von Klimaveränderungen auf natürliche und zivilisatorische Systeme befassen soll, ist eine Zusammenarbeit von Natur-, Geistes- und Sozialwissenschaftlern vorgesehen.

Bei den Beiträgen der Geistes- und Sozialwissenschaften zur Umweltforschung handelt es sich, wie die obige Darstellung zeigt, vorwiegend um disziplinäre Einzelprojekte, das Gesamtbild ist eher disparat und rudimentär. Mit Ausnahme einiger Forschungsgruppen in der Umweltpsychologie und Technikfolgenabschätzung gibt es kaum größere in enger Kooperation bearbeitete Forschungsprogramme. Ein ähnliches Bild gibt die Forschungsförderung in den umweltrelevanten Disziplinen. 1993 beschäftigte sich keine der sieben sozial- und geisteswissenschaftlichen Forschergruppen der DFG und keines der 61 von der DFG geförderten sozial- und geisteswissenschaftlichen Graduiertenkollegs primär mit Umweltforschung. Neben zwei rechts- und einem wirtschaftswissenschaftlichen Graduiertenkolleg befaßt sich ein interdisziplinäres Kolleg „Ethik in den Wissenschaften“ fächerübergreifend mit der Umweltproblematik. Von den 19 geisteswissenschaftlichen Sonderforschungsbereichen besaß keiner einen nennenswerten Umweltbezug. Unter den 24 Schwerpunktprogrammen, die für die sozial- und geisteswissenschaftliche Umweltforschung geeignete Förderinstrumente wären, findet sich ein Schwerpunktprogramm zum Thema „Globale Umweltveränderungen: sozial- und verhaltenswissenschaftliche Dimensionen“.

Das BMFT fördert Projekte zur Technikfolgenforschung. Auch im Rahmen von Landesprogrammen (Nordrhein-Westfälisches Programm „Mensch und Technik – Sozialverträgliche Lösungen“; Bremer Programm „Arbeit und Technik“; hessischer Forschungsschwerpunkt „Integrierte Technikforschung“) werden Projekte der Technikfolgenabschätzung bearbeitet.

Zu nennen sind ferner das Zentrum für Interdisziplinäre Technikforschung (ZIT) in Darmstadt und die neugegründete Akademie für Technikfolgenabschätzung in Stuttgart, eine zentrale Einrichtung des Landes Baden-Württemberg, die sowohl Eigenforschung als auch Auftragsforschung durchführen sowie Forschungsaktivitäten im Bereich der Technikfolgenforschung an anderen Forschungseinrichtungen über Projektträgerschaften initiieren, koordinieren und fördern soll.

Auf internationaler Ebene ist geplant, im Rahmen des Human Dimensions of Global Environmental Change Programm (HDP) die Interaktion zwischen Mensch und Umwelt zu untersuchen. Das HDP wird von der United Nations University (UNU), der International Federation of Institutes for Advanced Studies (IFIAS) und dem International Social Sciences Council (ISSC) getragen. Forschungsthemen sind insbesondere der Einfluß von sozialem Wandel auf die globale Entwicklung, soziale Strategien zur Vermeidung unerwünschter Folgen von Umweltveränderungen bzw. zum Umgang mit nichtvermeidbaren Folgen sowie die Analyse politischer Optionen für den Umgang mit globalen Umweltver-

änderungen und zur Durchsetzung des Ziels des „Sustainable development“. An der Initiative, die erst kürzlich angelaufen ist, ist Deutschland mit dem Schwerpunktprogramm „Globale Umweltveränderungen: sozial- und verhaltenswissenschaftliche Dimensionen“ der DFG beteiligt.

Ökonomie

Gegenstand der Wirtschaftswissenschaften ist die Untersuchung der Entstehung, Verteilung und Verwendung von knappen Gütern und Dienstleistungen. Unter Umweltgesichtspunkten ist bedeutsam, daß dabei einerseits natürliche, z. T. auch nicht erneuerbare Ressourcen entnommen werden und andererseits neben nützlichen Produkten auch Schadstoffe entstehen. Wie in ökonomische Analysen allgemein gehen auch in Umweltuntersuchungen naturwissenschaftlich-technische Erkenntnisse ein. Außerdem müssen sozial- und geisteswissenschaftliche Erkenntnisse bei der Formulierung von Verhaltensannahmen berücksichtigt werden.

Der ökonomischen Umweltforschung fällt die Aufgabe zu, Instrumente und Mechanismen zu entwickeln und zu analysieren, die ökonomische Anreize zur Vermeidung und Verminderung von Umweltbelastungen durch Produkte und Produktionsprozesse schaffen. Es gilt, den effizienten Umgang mit knapper werdenden Umweltgütern zu fördern und Grenzen für die Ausbeutung der natürlichen Umwelt aufzuzeigen. Dazu gehört auch die Untersuchung der erforderlichen Anpassungsprozesse an langfristige globale Entwicklungen.

Die Notwendigkeit, Umweltfragestellungen stärker in die Wirtschaftswissenschaften zu integrieren, ergibt sich aus der Tatsache, daß die Umwelt zunehmend zur begrenzenden Ressource für die weitere wirtschaftliche Entwicklung, insbesondere der Industriestaaten, aber auch der Länder der Dritten Welt geworden ist.

An mehreren Stellen wird in Deutschland umweltökonomische Forschung auf hohem Niveau betrieben. Als beispielhaft für größere Arbeitsgruppen, die über die in den Wirtschaftswissenschaften ansonsten meist übliche Individualforschung hinausgehend Umweltthemen bearbeiten, sind die Universitäten in Oldenburg und Heidelberg, das Institut für Weltwirtschaft in Kiel oder das Rheinisch-Westfälische Institut für Wirtschaftsforschung in Essen anzuführen. Diese Forschungsaktivitäten tragen dazu bei, daß die deutsche Umweltökonomik international einen guten Ruf genießt. Während im Bereich der volkswirtschaftlichen Forschung die USA vom Umfang her einen Vorsprung aufweisen, kann die deutsche betriebswirtschaftliche Umweltforschung international durchaus Schritt halten. Jedoch ist hier der Umfang der Forschungsaktivitäten in anderen europäischen Ländern, wie Großbritannien, den Niederlanden und der Schweiz, größer. Im übrigen ist festzuhalten, daß vor allem im volkswirtschaftlichen Bereich die umweltökonomische Forschung Resultat der Initiative einzelner Forscher finanzwissenschaftlicher, wirt-

schaftstheoretischer oder wirtschaftspolitischer Richtung ist. Spezielle umweltökonomische Lehrstühle, Seminare und Institute sind bislang selten institutionalisiert.

Ökonomie und Ökologie stehen in einem Spannungsverhältnis, zu dessen Auflösung die ökonomische Umweltforschung insgesamt einen wichtigen Beitrag leistet und weiter leisten muß. Die Forderung, daß „die Preise die ökologische Wahrheit sagen müssen“, stellt nicht nur den Staat vor die Aufgabe, umweltschonende und zugleich wirtschaftsverträgliche Maßnahmen zu ergreifen; auch die privaten Unternehmen müssen Initiativen zur Einführung umweltverträglicher und nichtsdestoweniger rentabler Produktionsweisen ergreifen. Es bedarf weiterer Untersuchungen nicht nur der Grenzen der Belastbarkeit der Wirtschaft durch Umweltschutzanforderungen, sondern auch der Chancen, die der Umweltschutz als Wachstums- und Innovationsfaktor für die Wirtschaft bieten kann.

Umweltforschung muß in breiter Zusammenarbeit der Disziplinen versuchen, Perspektiven und Randbedingungen für künftiges Wirtschaften aufzuzeigen. Zusammenarbeit ist auch gefordert bei der Diskussion effektiver betriebswirtschaftlicher Instrumente, die den Umweltschutz in die Unternehmensentscheidungen einbeziehen. Ähnliches gilt für das Streben nach mehr Umweltschutz in der Wirtschaft (z. B. Ökobilanzierung, Produktlinienanalysen) und bei der Konzeption umweltverträglicher Entwicklungsstrategien, insbesondere in der Dritten Welt.

In Deutschland steht die wirtschaftswissenschaftliche Umweltforschung vor der Herausforderung, (1) sich produktiv mit Ansätzen einer ökologischen Ökonomie auseinanderzusetzen, die international rasch an Bedeutung gewinnen; (2) die Kluft zwischen theoretischen Annahmen und empirischer Praxis zu überwinden und sich dabei insbesondere der Politikwissenschaft, der Soziologie und der Psychologie zu öffnen; (3) zu einem den Umwelterfordernissen angemessenen Verständnis von Wirtschaften und Wachstum zu kommen und die Indikatoren der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung entsprechend zu reformieren; (4) Konzepte und Vorschläge zur ökologischen Betriebswirtschaft fortzuentwickeln; (5) Möglichkeiten einer ressourcensparenden Kreislaufwirtschaft, einer Stärkung regionaler Kreisläufe und assoziativen Wirtschaftens weiter zu erkunden. Dies könnte den Erkenntniszuwachs erhöhen und die Akzeptanz der wissenschaftlichen Ergebnisse in der Management-Praxis verbessern.

Während derzeit der überwiegende Teil der Forschungsarbeiten theoretischer Natur ist, wird darauf hingewiesen, daß empirisch arbeitende wirtschaftswissenschaftliche Umweltforschung vielfach der Integration natur- und ingenieurwissenschaftlicher Erkenntnisse bedarf, um Umweltbelastungen aus Produktion und Konsum umfassend und präventiv in ihre Fragestellungen zu integrieren. Die Erforschung von Möglichkei-

ten eines schonenden Umgangs mit natürlichen Ressourcen erfordert eine enge Kooperation mit normenorientierten und rechtsetzenden Disziplinen sowie mit Verhaltens- und Sozialwissenschaften.

Strukturelle Engpässe treten im Bereich der Wirtschaftswissenschaften durch die hohe Belastung mit Lehrverpflichtungen auf. Das wirkt sich auf die Umweltforschung als ein noch zu etablierendes Forschungsfeld nachteilig aus. Andere strukturelle Probleme kommen hinzu. Aufgrund der gegebenen Altersstruktur der Professoren an den Universitäten zeichnet sich mittelfristig ein hoher Bedarf an jungen Wissenschaftlern in den Wirtschaftswissenschaften ab. Die Nachwuchssituation könnte verbessert werden, wenn von der in den Wirtschaftswissenschaften bisher noch zu wenig genutzten Möglichkeit zur Errichtung von Graduiertenkollegs mehr Gebrauch gemacht würde, wobei dann auch betriebs- und volkswirtschaftliche Aspekte der Umweltforschung beachtet werden sollten.

Eine besondere Bedeutung kommt der Schaffung umweltökonomischer Lehrstühle zu, denn im Gegensatz zu anderen Disziplinen besteht in der Ökonomie immer noch ein Vorurteil gegen die Einbeziehung ökologischer Themen. Die Berufungschancen sind ohne die Einrichtung entsprechender Lehrstühle sehr ungünstig.

Rechtswissenschaft

Umweltrecht umfaßt die Gesamtheit aller Normen, die dem Schutz der Umwelt dienen. Es befindet sich auf dem Wege von der Zusammenfassung verschiedener Rechtsregeln unter einheitlicher Fragestellung hin zu einer selbständigen Teildisziplin der Rechtswissenschaft. Umweltrecht ist ein „Querschnittsrecht“, das die Rechtsgebiete übergreift. Thematische Schwerpunkte sind Immissionsschutz-, Wasser-, Bodenschutz-, Abfall-, Atom- und Strahlenschutz-, Stoff- und Naturschutzrecht. Zunehmend bedeutsamer wird das EG-Umweltrecht einschließlich des internationalen Umweltrechts. Stärkeres Interesse finden auch das Umwelthaftungs- und Umweltversicherungsrecht, Umweltsteuern und -abgaben.

In Analogie zu der herkömmlichen Einteilung ist es gerechtfertigt, von einem öffentlichen und privaten Umweltrecht, von Umweltstrafrecht sowie von internationalem Umweltrecht zu sprechen. An der Kodifizierung des Umweltrechts in einem Umweltgesetzbuch wird gegenwärtig gearbeitet. Ein von einer Professorenarbeitsgruppe erarbeiteter Entwurf eines Allgemeinen Teils eines Umweltgesetzbuches ist 1990 publiziert worden. Nicht zuletzt darin dokumentiert sich die zunehmende Kohärenz dieses Gebietes. In die gleiche Richtung wirkt das Recht der EU, das zunehmend allgemeine umweltrechtliche Regelungen selbst trifft oder solche in den Mitgliedstaaten stimuliert. Die Frage nach einer durchgehenden „Ökologisierung des Rechts“ entwickelt sich zu einem eigenständigen und zentralen Thema der Rechtswissenschaft.

Es zeigt sich immer deutlicher, daß die Rechtswissenschaft auf dem Gebiet des Umweltschutzes mit anderen Fachdisziplinen zusammenarbeiten müssen. Ein wichtiges Beispiel ist die Beschäftigung mit Vollzugsdefiziten rechtlicher Normen. Hier ist es unabweisbar, Ansätze und Erkenntnisse sozial- und verhaltenswissenschaftlicher Disziplinen zu integrieren. Da – um ein weiteres Beispiel zu nennen – die Wirksamkeit des Ordnungsrechts an Grenzen stößt, bedarf es der Beiträge der Wirtschaftswissenschaften, um den Einsatz marktwirtschaftlicher Instrumente bei künftigen rechtlichen Regelungen auszuloten. Auf eine enge Zusammenarbeit sind die Rechtswissenschaften auch bei der Bestimmung von Umweltstandards und Qualitätszielen für die künftige Entwicklung angewiesen, ebenso wie dort, wo Entscheidungen trotz wissenschaftlich nicht endgültig gesicherter Erkenntnisse aus Natur-, Technik-, Wirtschafts-, Sozial- und Geisteswissenschaften zu fällen sind. Ein wichtiger Anwendungsfall der Zusammenarbeit ist ferner die Gewinnung, Aufbereitung und Bereitstellung von rechtserheblichen Informationen über die Umwelt sowie eine Untersuchung der historischen Genese.

Umweltforschung im Bereich der Rechtswissenschaft findet an vielen Universitäten der Bundesrepublik Deutschland statt, wenn auch in sehr unterschiedlicher Breite und Tiefe der Fragestellungen. Außerdem ist das Umweltrecht nach Maßgabe der Ausbildungsordnungen der Länder ein Wahlpflichtfach, das zur Vertiefung und Qualifizierung im ersten Staatsexamen gewählt werden kann. Besonders herausgestellt wurde der Bereich des Umweltrechts beispielsweise an den Universitäten Augsburg, Bremen, Hamburg, Heidelberg, Frankfurt, Münster, Trier und Tübingen.

Zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses sind zwei einschlägige Graduiertenkollegs eingerichtet worden:

- „Nationales und internationales Umweltrecht“ an der Universität Kiel und
- „Umwelt- und Technikrecht“ an der Universität Trier.

Seit 1992 existiert eine Max-Planck-Arbeitsgruppe „Internationales Umweltrecht“, die inzwischen im Rahmen des Umweltforschungszentrums Leipzig-Halle tätig ist.

Stellungnahme

Umweltforschung ist in den meisten sozial- und geisteswissenschaftlichen Disziplinen noch wenig verankert (mit Ausnahme der Rechtswissenschaft) und wird außerdem oft mit nur wenigen Kontakten der Disziplinen sowohl untereinander als auch zu den Natur- und Ingenieurwissenschaften betrieben. Die Beteiligung an übergreifenden nationalen

und internationalen Programmen ist gering, zum Teil auch deshalb, weil nur wenige Programme bisher die Sozial- und Geisteswissenschaften einbeziehen. Die Anzahl der von DFG und BMFT geförderten Natur- und Sozialwissenschaften übergreifenden Vorhaben ist ebenfalls begrenzt.

Die Ursachen dieser Sachlagen sind vielfältig. Zum einen haben manche Themenstellungen, die eine kontinuierliche, disziplinübergreifende Bearbeitung sinnvoll erscheinen lassen, wie etwa ökologische Stadt- und Regionalentwicklung, Verkehrsvermeidung, Wasserverbrauch, Energieeinsparung oder Klimafolgen in der Forschungsförderung nicht den diesen Problemen gebührenden Stellenwert. Zum anderen erschweren die Förderstrukturen der deutschen Wissenschaftslandschaft infolge überwiegend disziplinärer Ausrichtung eine spezifische Förderung von interdisziplinärer sozial- und geisteswissenschaftlicher Mensch-Umwelt-Forschung. Auch mangelt es bisher weitgehend an spezifisch umweltbezogenen Forschungsprogrammen für Sozial- und Geisteswissenschaften, die neue Anregungen geben und die Vertreter dieser Disziplinen zur Zusammenarbeit motivieren.

Ein Problem sind auch die Organisationsstrukturen der Disziplinen in diesem Bereich selbst. Fächervielfalt, häufig anzutreffende Intransigenz gegenüber benachbarten Fächern, fehlender Anreiz von außen, der Mangel an entsprechenden Karriereperspektiven sowie die mangelnde Bereitschaft zur Koordination innerhalb vieler Disziplinen behindern das Entstehen einer humanökologischen Umweltforschung, die in ihren Leistungen mit den Erkenntnisfortschritten der naturwissenschaftlich-technischen Umweltforschung mithalten kann.

Die humanökologische Umweltforschung wird sich nur dann nachhaltig entwickeln können, wenn institutionelle Voraussetzungen geschaffen werden, in denen sich die Umweltforschung besser etablieren kann. Insbesondere der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses und der Eröffnung von akademischen Karrieremöglichkeiten kommt größte Bedeutung zu. Die Schaffung entsprechend ausgerichteter Lehrstühle an den Universitäten würde hier Signale für den wissenschaftlichen Nachwuchs setzen. Jedoch darf die Ausrichtung einzelner Lehrstühle auf das Thema Umwelt nicht dazu führen, daß andere Teildisziplinen Umweltaspekte von vornherein aus ihren Forschungskonzeptionen ausschließen. Vielmehr ist eine interdisziplinäre Zusammenarbeit anzustreben, um die Integration umweltrelevanter Forschungs- und Lehrinhalte leisten zu können. Weitere Instrumente zur Integration der Umweltforschung in die Humanwissenschaften können Gastprofessuren, intra-universitäre Kolloquien, Wissenschaftskollegs und Preise bzw. persönliche Auszeichnungen für hervorragende Leistungen in diesem Forschungsfeld sein.

Die in den Sozial- und Geisteswissenschaften übliche Einzelforschung reicht nicht aus, wenn es um die Bearbeitung von Themen aus größeren

Umweltforschungsprogrammen geht, die vielfach auf Beiträge mehrerer Disziplinen angewiesen sind. Der Wissenschaftsrat empfiehlt daher, daß sich an Umweltthemen interessierte Sozial- und Geisteswissenschaftler in interdisziplinären, zeitlich befristeten Forschungsverbänden organisieren, in denen die Verständigung auf zentrale Themen der Mensch-Umweltforschung und ihre Bearbeitung in enger Kooperation, gegenseitige Information und die gemeinsame Beantragung von Fördermitteln möglich sind.

Beispiele für entsprechende organisatorische Formen, die sich bewährt haben, stellen der „Ladenburger Diskurs“ und das „Ladenburger Kolleg“ der Gottlieb-Daimler- und Karl-Benz-Stiftung dar, die zeitlich befristet interdisziplinäre Fragestellungen wie die „Wechselbeziehungen zwischen Mensch, Umwelt und Technik“ oder den „Umweltstaat“ unter politischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Aspekten thematisieren.

Möglichkeiten im interdisziplinären Verbund bieten Forschergruppen. Technikfolgenabschätzung, Umweltkonfliktforschung und eine auf nachhaltige Lösungen angelegte Technikforschung, die sich gegenüber dem „end-of-the-pipe“-Ansatz durch die Integration von technik- und verhaltenszentrierten Problemlösungen auszeichnet, könnten auf diese Weise frühzeitig in Forschungskonzeptionen einbezogen werden.

Auch durch die Einbeziehung humanökologischer Themen in bestehende Sonderforschungsbereiche und Graduiertenkollegs könnte die integrierte Umweltforschung gefördert werden. Ein Beispiel für naturwissenschaftliche und technische Konzeptionen, in die wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Aspekte aufgenommen werden könnten, stellt das an der RWTH Aachen angelegte Graduiertenkolleg „Landbewirtschaftung, Umwelt und ländlicher Raum“ dar.

Die Strategie, die Sozial- und Geisteswissenschaften in große Umweltforschungszentren wie das UFZ oder das PIK zu integrieren, wird vom Wissenschaftsrat unterstützt und könnte für andere Einrichtungen richtungweisend werden. Entsprechende Abteilungen oder Gruppen sollten jedoch nicht zu klein sein und ihre Organisation sollte flexibel bleiben. Sie müssen die Möglichkeit haben, ihre Forschungsthemen eigenständig bzw. in gleichberechtigter Kooperation mit den naturwissenschaftlichen Umweltforschern zu entwickeln.

Um die Selbstorganisationskräfte der sozial- und geisteswissenschaftlichen Mensch-Umwelt-Forschung zu stärken, sollten Wege gefunden werden, um kleinere Workshops und Arbeitsgruppen gezielt und unbürokratisch zu fördern, die sich vornehmen, sozialwissenschaftliche Umweltforschung zu definieren, Projekte und Kooperation auch über die nationalen Grenzen hinaus anzuregen und aufzubauen. Dabei kommt den Bereichen der Projektverwaltung, der Geschäftsführung und der Sekretariate besondere Bedeutung zu. Weitere Möglichkeiten zur verstärkten Kooperation zwischen den Fächergruppen an den Hochschulen

liegen in der Veranstaltung von Ringvorlesungen, Workshops, Kolloquien, Sommerschulen und Kongressen. Beispiele an verschiedenen Hochschulen machen deutlich, daß derartige Veranstaltungen wichtige Keimzellen für weiterführende Aktivitäten, etwa Forschungsk Kooperationen und die Entwicklung von Curricula, sein können.

Die inzwischen eingetretene Leistungsfähigkeit der Umweltrechtswissenschaften an Deutschlands Universitäten ist beeindruckend. Von ihr gehen wichtige Impulse und die fachliche Begleitung der Normsetzungstätigkeit der EU, des Bundes und der Länder aus.

Der Wissenschaftsrat spricht sich dafür aus, umweltrechtliche Fragestellungen verstärkt in das Programm der allgemeinen rechtswissenschaftlichen Lehrveranstaltungen einzubeziehen. Das Umweltrecht ist eine nicht leicht zu vermittelnde Materie, bei der es besonders auf solide (Verwaltungs-) Rechtskenntnisse ankommt. Als anerkanntes Wahlpflichtfach sollte es auch interdisziplinäre Forschungsansätze aufnehmen. Für die Forschungsförderung auf dem Gebiet der Rechtswissenschaft hält der Wissenschaftsrat ebenfalls unbeschadet der Bedeutung disziplinärer Forschung eine gezielte Unterstützung interdisziplinärer Forschungsverbände – auch unter Einbeziehung außeruniversitärer Gruppen – für wünschenswert, um den aufgezeigten Herausforderungen gerecht zu werden.

Da Datenbanken wichtige Dienstleistungen für die rechtswissenschaftliche Umweltforschung erbringen können, sollte das umfassende Juristische Informationssystem (JURIS) in Saarbrücken den Umweltforschungsaspekt angemessen berücksichtigen und so gestaltet werden, daß auch Wissenschaftler anderer Disziplinen leichter Zugang finden können.

II. 10. Umwelt und Gesundheit

Die WHO versteht Gesundheit als „Zustand vollständigen körperlichen, seelischen und sozialen Wohlbefindens und nicht nur des Freiseins von Krankheiten“.⁵²⁾ Gesundheit ist aber nicht nur als Zustand oder Faktum, sondern immer auch als Haltung und Aufgabe zu beschreiben. Hieraus folgt der Anspruch, zur Gesundheitsforschung mehr als nur die Analyse von Krankheitsbildern und ihren Ursachen sowie medizinisch-therapeutische Maßnahmen zu zählen. Diese Forderung ist insbesondere für die umweltbezogene Gesundheitsforschung von Bedeutung, geht es doch hier vielfach darum, langfristige und in kleinen Dosen einwirkende Gesundheitsrisiken zu identifizieren und ihr Gefährdungspotential einzuschätzen. Eine allgemeinverbindliche Definition des Aufgaben- und Methodenspektrums umweltbezogener Gesundheitsforschung ist allerdings nicht vorhanden.

⁵²⁾ Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen: Umweltgutachten 1987, Stuttgart, Mainz 1987, S. 466.

Die der Erhaltung der Gesundheit zugrundeliegende Forschung ist disziplinär breit gefächert. Zu ihr gehören die medizinischen Spezialdisziplinen ebenso wie die für die Medizin grundlegenden Naturwissenschaften und Teilgebiete der Sozial- und Humanwissenschaften. Neben dem vom BMFT und BMG getragenen Gesundheitsforschungsprogramm des Bundes wird umweltbezogene Gesundheitsforschung auch durch spezielle Schwerpunkte auf Landesebene gefördert. So z. B. in Baden-Württemberg durch das 1991 eingerichtete Projekt Umwelt und Gesundheit (PUG).

Die durch den Wissenschaftsrat in der Vergangenheit wiederholt aufgezeigten Strukturdefizite in der Gesundheitsforschung betreffen auch die umweltorientierten medizinischen Fachgebiete.⁵³⁾ Noch immer gehen wissenschaftliche Struktur- und Projektkonzeptionen zu sehr vom Kranken statt vom gesunden Menschen aus. Klinische Forschung wird nicht in hinreichend wirkungsvollen Strukturen betrieben. Diese Mängel behindern die Integration der notwendigerweise interdisziplinär angelegten umweltorientierten Gesundheitsforschung.

Angesichts der Zunahme derjenigen Erkrankungen, die in den Lebensbedingungen und in der Lebensweise der Bevölkerung ihre Ursachen haben, kommt präventiver Gesundheitsforschung und -vorsorge ein höherer Stellenwert zu, als ihn diese Forschungsgebiete in Deutschland haben.⁵⁴⁾ Es muß angestrebt werden, in der sozialwissenschaftlich-orientierten Gesundheitsforschung die Sozialwissenschaften mit der Medizin zu verzahnen. Es muß aber auch besser gelingen, die naturwissenschaftlich-medizinische Umweltforschung über ihre derzeitige Konzentration auf umweltbedingte Krankheiten hinaus auf die Erhaltung der Gesundheit, also Prävention, auszurichten.

So kann auch in Deutschland die bislang krankheitsorientierte Umweltmedizin zur Entwicklung eines Faches „Umwelt und Gesundheit“ mit Blickrichtung auf übergreifende Zusammenhänge langsam fortschreiten. Dabei müßte dieses Fach neben grundlegenden Methoden aus Naturwissenschaft und Medizin besonders jene Forschungsbereiche umfassen, die den Grenzbereich zwischen Gesundheit und Krankheit im Blick haben. Dazu gehören neben der Umweltepidemiologie und -toxikologie die Analyse allergischer Disposition, Methoden psychosomatischer Medizin, aber auch Biostatistik, Risikoabschätzung und -kommunikation sowie Evaluationsforschung und Informationsmanagement.

Umweltmedizin ist zu definieren als Forschung zur Erkennung umweltbedingter Gefahren für die Gesundheit des Menschen, Aufdeckung von Wirkungsmechanismen und Erarbeitung geeigneter Maßnahmen auf

⁵³⁾ Vgl. Wissenschaftsrat: Empfehlungen zur Zusammenarbeit von Großforschungseinrichtungen und Hochschulen, Köln 1991, S. 66 f.

⁵⁴⁾ Ebenda, S. 66 und Wissenschaftsrat: Leitlinien zur Reform des Medizinstudiums, Köln 1992, S. 31 ff.

wissenschaftlicher Grundlage zur Abwendung von Gesundheitsschäden. In der naturwissenschaftlich ausgerichteten umweltbezogenen Medizinforschung sind besonders drei Themenfelder zu identifizieren: Allergieforschung, Epidemiologie und Toxikologie. Darüber hinaus erlangen Psychosomatik und Public Health zunehmende Bedeutung. In einer gewissen methodischen und systematischen Verwandtschaft zu diesen Fächern stehen Strahlenforschung und Ökotoxikologie. Viele andere medizinische Disziplinen haben auch umweltrelevante Fragestellungen, die jedoch dort nicht im Vordergrund stehen und deswegen hier auch nicht weiter behandelt werden.

Epidemiologie

Epidemiologische Forschung ist ohne eine enge interdisziplinäre Zusammenarbeit nicht realisierbar. Sie bedarf des wissenschaftlichen Partners, der die Zielgrößen definiert, also z. B. eines Naturwissenschaftlers, Toxikologen oder eines Klinikers. Umweltepidemiologische Forschung, die sich mit dem Zusammenhang zwischen Umweltfaktoren und Hauptgruppen der Morbidität, wie Krebs, Allergien, Herzkreislauf- und Atemwegserkrankungen etc. auseinandersetzt, ist auf Langzeitbeobachtungen und hinreichend große Kollektive angewiesen. Erkenntnisziele der Epidemiologie bestehen darin, Aufschluß über mögliche Zusammenhänge zwischen Exposition gegenüber Umwelteinflüssen und Erkrankungen zu gewinnen.

Epidemiologische Erkenntnisse sind von hoher Bedeutung für die Umweltforschung. Dabei kommt es insbesondere darauf an, Daten über medizinische Phänomene mit Daten über Umweltfaktoren zu kombinieren und statistisch-analytische Verfahren einzusetzen, um Ursache-Wirkungs-Beziehungen zu analysieren, die andere medizinische Fächer ggf. verifizieren. Für eine Reihe von Problemen werden Analysen mit dem Umweltgestalter Mensch im Mittelpunkt zu Lösungen beitragen können. Epidemiologische Forschung, die zu gesicherten wissenschaftlichen Ergebnissen führt, kann als wichtiger Beitrag zur Versachlichung umweltpolitischer Diskussionen angesehen werden.

Epidemiologische Forschung findet gegenwärtig in Strukturen statt, die durch einige Forschungsinstitute mittlerer Größe und unterschiedlicher Trägerschaft, wenige Universitätsinstitute für Epidemiologie und Sozialmedizin bzw. Klinische Sozialmedizin, vereinzelte Forschungsprojekte an Universitäts-Instituten für Medizinische Statistik, Medizinische Soziologie, Arbeitsmedizin sowie privatwirtschaftlich epidemiologisch arbeitende Institute gekennzeichnet sind.

Toxikologie

Toxikologie untersucht gesundheitsgefährdende Wirkungen chemischer Stoffe auf Lebewesen mit dem Ziel, das Ausmaß der Gefährdung und das mit der Exposition verbundene Risiko für den Menschen zu bestimm-

men und damit zu seiner Vermeidung beizutragen. Mit Hilfe eines breiten Methodenspektrums aus der Biochemie, Biologie, Chemie, Medizin, Molekularbiologie, Pharmakologie, Physiologie und Tiermedizin wird in der Toxikologie anwendungsorientierte Grundlagenforschung betrieben. Im Unterschied zu anderen Bereichen der Biowissenschaften ist in der Toxikologie der Ausgangspunkt ein Stoff oder eine Stoffklasse sowie die Art und Höhe der Exposition, deren Auswirkungen auf das biologische System untersucht werden.

Das Aufgabengebiet der Toxikologie hat sich zunehmend ausgeweitet und umfaßt heute die gesamte Breite der auf den Menschen einwirkenden Stoffe aus seiner Umwelt. Neben den Aufgaben in Forschung, Lehre und Weiterbildung obliegt es den Toxikologen, Gesundheitsbehörden und Öffentlichkeit auf wissenschaftlicher Basis zu beraten.

Allergieforschung

Allergieforschung ist kein in sich geschlossenes Spezialfach, sondern umfaßt ein interdisziplinär ausgerichtetes Aufgabengebiet, das medizinische Spezialgebiete wie Innere Medizin, Dermatologie, Pneumologie, Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kinderheilkunde, Arbeitsmedizin sowie Immunologie, Biochemie, Toxikologie und Pharmakologie berührt.⁵⁵⁾ Die Allergieforschung ist darauf ausgerichtet, Quellen von Allergenen zu identifizieren, die allergische Natur von Krankheiten zu erkennen und Problemlösungen für die Betroffenen zu entwickeln. Schätzungen gehen davon aus, daß in zivilisierten Ländern zwischen 10 und 20 % der Menschen von allergischen Erkrankungen betroffen sind. Die Tendenz ist zunehmend, da die Zahl allergener Substanzen, mit denen der Mensch in Berührung kommt, zunimmt.

Umwelt und psychische Erkrankungen

Während die Umweltpsychologie umfangreiches Wissen über die Auswirkungen von Umweltfaktoren auf den gesunden Menschen, insbesondere auf sein Leistungsverhalten und auf seine Befindlichkeit erarbeitet hat, ist über die Bedeutung von Umwelteinflüssen für psychosomatische und psychiatrische Erkrankungen nur wenig bekannt. Mit Ausnahme der Schlafstörungen und der Herz-Kreislauf-Erkrankungen ist weitgehend unklar, ob und wie weit Umweltbelastungen für die Entstehung psychosomatischer Erkrankungen verantwortlich oder zumindest mitverantwortlich sind.

Psychiatrie und Psychosomatik befassen sich in wachsendem Umfang auch mit Erkrankungen, die durch Umwelteinflüsse und individuelle Lebensbedingungen verursacht sind. Die psychosomatische Medizin befaßt sich einerseits mit organischen Krankheiten, deren psychische Bedingtheit im Vordergrund steht. Andererseits erforscht sie in wachsen-

⁵⁵⁾ Vgl. BMFT: Förderung der Allergieforschung 1987-1991, Nr. 05/90, 1990.

dem Umfang Störungen im Grenzbereich zwischen Krankheit und Gesundheit. Sie bedient sich sowohl naturwissenschaftlich-medizinischer als auch psychologischer und sozialwissenschaftlicher Methoden.

Forschungen aus jüngster Zeit legen nahe, daß es neben den allergologisch, toxikologisch oder physikalisch nachweisbaren Umweltfaktoren auch psychische Ursachen für Erkrankungen gibt, die man zunächst auf Umwelteinflüsse zurückführt. Das differentialdiagnostische Wissen zur Unterscheidung von allergologisch oder toxikologisch begründeten Erkrankungen und denjenigen funktionellen Beschwerden, für die Umwelteinflüsse zu Unrecht verantwortlich gemacht werden (z. B. Pseudoallergien), ist noch sehr bruchstückhaft und erfordert die Intensivierung klinischer Forschungen.

Die soziale Umwelt, die besonders durch die demographische Entwicklung und die Folgen der technologischen Entwicklung für die psychische Gesundheit relevant wird, erfordert die Einbeziehung kultur- und gesellschaftswissenschaftlicher Aspekte in die Forschung. Auch in Forschungsansätzen zur psychiatrischen Epidemiologie sind breite Forschungskonzepte notwendig, die sowohl physikochemische und biologische als auch soziale Risikofaktoren sowie deren Interaktion erfassen.

Bisher haben sich in Deutschland nur wenige Forschungsvorhaben mit möglichen Assoziationen zwischen physikalischen bzw. biologischen Umweltschäden und dem Auftreten bestimmter psychischer Störungen befaßt. Mit größerer Aufmerksamkeit wurde der Zusammenhang zwischen sozialer Umwelt und psychischen Störungen erforscht.

Public Health

Während die naturwissenschaftlich ausgerichtete Gesundheitsforschung vorwiegend nach den somatogenen Ursachen und der Prävention von Krankheiten fragt, orientiert sich die Public-Health-Forschung an den sozialen und ökologischen Bedingungen der Gesunderhaltung. Dazu gehören auch Fragen der Hygiene und Gesundheitserziehung. Um umweltrelevante Public-Health-Forschung zu betreiben, sollten Hygiene-Aspekte im Zusammenhang mit Epidemiologie, Toxikologie und Allergologie verstärkt berücksichtigt werden. Eine weitere wichtige Aufgabe umweltbezogener Public-Health-Forschung ist die Integration der Gesundheitserziehung in die Schulausbildung.

Stellungnahme

In Übereinstimmung mit den Empfehlungen der Kommission Grundlagenforschung beim BMFT hält der Wissenschaftsrat Förderkonzeptionen im Aufgabenfeld Umwelt und Gesundheit für geeignet, die zu vernetzten Strukturen, Zentren und Schwerpunkten führen. Die weitge-

hende Einbeziehung der Hochschulen in Forschungsverbände und Förderkonzeptionen ist dabei unabdingbar.

In der Förderung der klinischen Forschung haben sich Sonderforschungsbereiche und vor allem Klinische Forschergruppen darin bewährt, Grundlagenforschung und Klinik zusammenzuführen.⁵⁶⁾ Zur Stärkung der umweltbezogenen klinischen Forschung sollten auf diesem Gebiet Klinische Forschergruppen eingerichtet werden.

Um dem interdisziplinären Charakter umweltbezogener klinischer Forschung gerecht zu werden, bedarf es der Zusammenarbeit zwischen Naturwissenschaften und Medizin. Auf diesem Gebiet forschende Gruppen sollten über Stellen verfügen, mit denen Naturwissenschaftler für einen Zeitraum von drei bis fünf Jahren an medizinischen Fragestellungen mitarbeiten können.

Genauso müssen auch Mediziner befristet in naturwissenschaftlichen Arbeitsgruppen eingebunden werden können. Diese Vernetzung ist auf jeder wissenschaftlichen Ebene erforderlich, um problemorientiert fächerübergreifende Aufgaben bearbeiten zu können. Habilitierte, Habilitanden und Doktoranden sollten sich disziplinenübergreifend in Forschungsgruppen zusammenfinden. Es sollten auch die Voraussetzungen dafür geschaffen werden, den Wissenschaftlertausch im Rahmen von Gastaufenthalten zwischen Universitäten und außeruniversitären Einrichtungen zu intensivieren.

Anders als in den USA, Großbritannien und Skandinavien ist die Epidemiologie in der Bundesrepublik Deutschland an den Universitäten nur schwach vertreten. Die bestehende und erfolgreich arbeitende außeruniversitäre epidemiologische Forschung reicht nicht aus, um das akademische Fach Epidemiologie zu etablieren. Ein gezielter Ausbau dieses in Deutschland unterentwickelten Forschungsgebietes wird empfohlen. Dabei kommt es insbesondere auf seine Verankerung in den medizinischen Fakultäten an.

Es ist besonders von Bedeutung, bei Anträgen auf Forschungsförderung unter anderem folgende Anforderungen zu berücksichtigen:

- Die Kooperation mit naturwissenschaftlichen und/oder medizinischen Forschergruppen sollte zu einer Stärkung der interdisziplinären und kooperativen universitären Epidemiologie führen,
- strukturierte Ausbildungs- und Zusatzqualifikationsmöglichkeiten für Wissenschaftler sollten in Form von Sommerschulen und Stipendienprogrammen intensiv weitergefördert werden. Hier ist besonders das Förderinstrumentarium des DAAD von Bedeutung,

⁵⁶⁾ Vgl. Wissenschaftsrat: Empfehlungen zur Förderung klinischer Forschergruppen in den Hochschulen. In: Ders.: Empfehlungen und Stellungnahmen 1987, Köln 1988, S. 104.

- interdisziplinär angelegte Graduiertenkollegs sind ein geeignetes Instrument zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses,
- mit Hilfe interdisziplinär eingebundener Professuren kann die universitäre Weiterentwicklung des Forschungsfeldes gefördert werden.

Epidemiologische Forschung wird durch die bestehenden Datenschutzregelungen und ihre restriktive Auslegung behindert. Dies ist unbefriedigend und sollte angesichts der Bedeutung epidemiologischer Erkenntnisse für Gesundheitsvorsorge und Gesundheitsschutz Anlaß für ein Überdenken bisheriger Positionen sein. Datenschutzrechtliche Einschränkungen sollten nicht dazu führen, daß eine Auswertung epidemiologischer Daten verhindert wird. Das Schutzgut „Gesundheit“ ist in der Abwägung gegenüber Datenschutzzielen höher zu bewerten.

Der wiederholt vom Wissenschaftsrat vorgetragene Notwendigkeit,⁵⁷⁾ die Toxikologie an den Universitäten breit zu verankern, ist nur in geringem Umfang entsprochen worden. Gezielte DFG-Fördermaßnahmen in Schwerpunkten und Einzelprojekten haben nur wenig zur Verbesserung dieser Situation beitragen können. Außerhalb der Universitäten und zum Teil lose mit ihnen verbunden sind indessen größere Einrichtungen entstanden, die sich mit toxikologischen Fragestellungen befassen:

- GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, München-Neuherberg;
- Institut für Toxikologie des KfK;
- Fraunhofer-Institut für Toxikologie und Aerosolforschung, Hannover;
- Medizinisches Institut für Umwelthygiene, Düsseldorf;
- Institut für Arbeitsphysiologie, Dortmund.

Aufgrund des multidisziplinären Charakters der Toxikologie sind an der Forschung Chemiker, Biochemiker, Pharmazeuten und zunehmend auch Biologen, in deutlich geringerem Umfang Mediziner beteiligt. Entsprechend sollten Stellenausschreibungen für Toxikologen, sofern diese Stellen in den Medizinischen Fakultäten angesiedelt sind – der Aufgabe entsprechend –, nicht unbedingt das Medizinstudium voraussetzen. Es wird den Universitäten empfohlen, bei Ausschreibung von Professuren der Toxikologie allein die toxikologische Erfahrung und Forschungsleistung zu berücksichtigen und in den Berufungskommissionen die Mitwirkung von Naturwissenschaftlern zu gewährleisten.

⁵⁷⁾ 1960 hat der Wissenschaftsrat empfohlen, die toxikologische Forschung durch die Einrichtung eines entsprechenden Lehrstuhls an jeder medizinischen Fakultät zu stärken. Diese Empfehlungen sind nur in wenigen Fällen umgesetzt worden. Vgl. Wissenschaftsrat: Empfehlungen zum Ausbau der wissenschaftlichen Einrichtungen, Teil I, Wissenschaftliche Hochschulen, Tübingen 1960, S. 113.

Unter Berücksichtigung der gewachsenen Bedeutung der Toxikologie in Forschung, Lehre und Weiterbildung ist die Stärkung des Faches an den Universitäten nach wie vor erforderlich. Dies trifft angesichts der besonderen Umweltbelastungen insbesondere für die neuen Länder zu. Während die ursprünglich auf das Fach Pharmakologie und Toxikologie konzentrierten Lehrveranstaltungen zunehmend auch in die Curricula von Chemie- und Biologiestudiengängen einfließen, sollten auch Medizinstudenten über die Arzneimittel-Toxikologie hinaus in Gewerbe- und Umwelttoxikologie ausgebildet werden. Eine neue Aufgabe wird der Toxikologie durch die Einrichtung der Gebietsarztbezeichnung „Hygiene und Umweltmedizin“ und die Zusatzbezeichnung „Umweltmedizin“ zu wachsen. Naturwissenschaftlern sollte die bisher von der chemischen Industrie und derzeit von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt finanzierte Weiterbildung zum Fachtoxikologen auch weiterhin ermöglicht werden.

Die universitäre Ausbildung zum Toxikologen leidet an der zu engen Ausrichtung der bisherigen Studiengänge. Der Wissenschaftsrat empfiehlt, auf der Basis des viersemestrigen Grundstudiums in Biochemie eine Hauptstudienrichtung Toxikologie vorzusehen, wie dies bereits mit Erfolg an der Universität Tübingen praktiziert wird. Im Hauptstudium sollten die Fachgebiete Mechanistische Toxikologie, Klinische Toxikologie, Substanzbezogene Umwelt- oder Produktsicherheittoxikologie und Ökotoxikologie angeboten werden.

Ferner sollte die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses in Toxikologie intensiviert werden. Den Ländern wird empfohlen, durch gezielte Förderung der Toxikologie an ausgewählten Hochschulen die Voraussetzungen für interdisziplinäre, naturwissenschaftlich ausgerichtete Graduiertenkollegs zu schaffen.

Der Zusammenhang von Umwelt und psychischen Erkrankungen ist in Deutschland unzureichend erforscht. Ein Grund mag in der noch ungenügenden Verzahnung zwischen den betroffenen klinischen Fächern in der Kinder- und Erwachsenenmedizin mit der verhaltens- und sozialwissenschaftlichen Forschung liegen. Für eine künftige enge Kooperation bedarf es geeigneter Förderinstrumente. Eine solche Kooperation ist Voraussetzung für eine mit wissenschaftlichen Methoden durchgeführte Erforschung der Beziehung zwischen Umwelt und psychischen Krankheiten. Der psychosomatischen Medizin kann in diesem Zusammenhang eine besondere Bedeutung zukommen.

Der Wissenschaftsrat begrüßt die interdisziplinäre Zusammenarbeit von medizin- und sozialwissenschaftlichen Forschergruppen in der Public Health-Forschung. Es ist wünschenswert, daß in den vier im Rahmen des BMFT-Förderschwerpunktes „Public Health“ bisher eingerichteten Forschungsverbänden Berlin, Norddeutschland, Nordrhein-Westfalen und München sowie in dem in Vorbereitung befindlichen Verbund Sachsen Umweltfragestellungen angemessen berücksichtigt werden.

Bislang weist nur der Forschungsverbund in Norddeutschland einen Schwerpunkt in umweltbezogenen Themen auf. Der Erfolg dieser Forschungsrichtung ist abhängig von der interdisziplinären Kooperation innerhalb und zwischen Sozial- und Medizinwissenschaften.

Strahlenforschung

Die Strahlenschutzforschung befaßt sich mit Umweltbelastungen infolge natürlicher und zivilisatorisch bedingter Strahlenexposition. Sie wird oft nur im Zusammenhang mit kerntechnischen Anlagen gesehen, was zu der Fehleinschätzung führt, daß diese Forschungsrichtung mit einer stagnierenden oder rückläufigen Entwicklung der Kernenergienutzung an Bedeutung verliert. Übersehen wird, daß es sich dabei nur um einen Teilaspekt der Strahlenforschung handelt und die gemittelte höchste Strahlenexposition des Menschen in Deutschland von natürlichen Strahlungsquellen herrührt. Das Gesamtspektrum der Strahlenforschung „befaßt sich mit den biologisch-medizinischen Strahleneffekten, den zellbiologischen und biophysikalischen Grundlagen, dem Verhalten radioaktiver Stoffe in der Umwelt, dem Nachweis der Strahlung und den physikalischen, technischen sowie organisatorischen Möglichkeiten zur Verminderung des Strahlenrisikos. Als weiterer Bereich ist die nicht-ionisierende Strahlung hinzugekommen.“⁵⁸⁾ So haben z. B. die Auswirkungen elektromagnetischer Felder als Thema der Strahlenforschung in jüngster Zeit hohe Aktualität gewonnen.

Die Situation der Strahlenforschung in Deutschland ist jüngst von der Strahlenschutzkommission, einem Beratergremium des BMU, in einer Denkschrift analysiert worden. Die Kommission hat festgestellt, daß – im Gegensatz zu anderen westlichen Industriestaaten – in Deutschland das Interesse an diesem Aufgabenfeld in der Politik sowie in Hochschulen und Forschungseinrichtungen abgenommen hat. Dies hat zu einer entsprechenden Veränderung der Forschungsprioritäten und zu einer Verringerung der finanziellen Ausstattung der Strahlenforschung geführt. Daraus resultiert eine stark rückläufige Entwicklung der Strahlenforschung im universitären wie außeruniversitären Bereich.⁵⁹⁾

Die Zuständigkeit für die Förderung der Strahlenforschung durch den Bund verteilt sich auf BMFT und BMU. Während das BMFT für die institutionelle Förderung verantwortlich ist, obliegt die Projektförderung ausschließlich dem BMU. Abweichend von der üblichen Aufgabenteilung ist bei der Projektförderung sowohl die Förderung der angewandten Forschung als auch die Förderung der Grundlagenforschung Sache des Fachressorts (BMU). Dies führt dazu, daß der BMU die ohnehin knappen Forschungsmittel seines Haushalts wegen seiner Verantwortung als Fachressort primär für die praxisorientierte Forschung einsetzt.

58) Vgl. Denkschrift der Strahlenschutzkommission: Zur Situation der Strahlenforschung in der Bundesrepublik Deutschland, o. O. 1993, S. 3.

59) Ebenda, S. 5 ff.

Stellungnahme

Da die Strahlenforschung wichtige Beiträge zu ungeklärten Fragen des Gesundheits- und Umweltschutzes leistet, sieht der Wissenschaftsrat mit Sorge, daß der unkoordinierte Abbau von Forschungskapazitäten in Hochschulen und außeruniversitären Forschungsinstituten zu einer insgesamt unzureichenden personellen Basis für dieses wichtige Forschungsgebiet führt. Es ist zu befürchten, daß der durch den Abbau von Forschungskapazitäten bereits eingetretene Mangel an qualifiziertem Nachwuchs dazu führen wird, daß künftig die Voraussetzungen für eine qualifizierte Forschung und Ausbildung auf dem Gebiet des Strahlenschutzes nicht mehr gegeben sind.

Die 1989 erfolgte Gründung des Bundesamtes für Strahlenschutz vermag an dieser Entwicklung nichts zu ändern. Das Amt betreibt selbst nur stark anwendungsorientierte Forschung, die auf wissenschaftlichen Nachwuchs und Expertise der Hochschulen und außeruniversitärer Forschungseinrichtungen angewiesen ist.

Neuere Forschungsansätze zeigen, daß

- die Frage, ob eine Schwellendosis im niedrigen Dosisbereich besteht, nur durch Aufklärung der Mechanismen der strahlenbedingten Karzinogenese, Mutagenese und Teratogenese geklärt werden kann und
- möglicherweise strahlenbedingte Tumore sich auch in ihrem Schädigungsmuster von Tumoren unterscheiden, die durch andere Noxen induziert werden.

Diese für die Bewertung der Strahlenrisiken in der Umwelt entscheidenden Fragen können nur mit modernen zellbiologischen und molekularbiologischen Methoden geklärt werden, die strahlenspezifische Problemkreise, z. B. mikrodosimetrische Phänomene auf dem Niveau der DNA, berücksichtigen.

Die hierzu nötige Forschung muß vor allem an den Universitäten durchgeführt werden. Nur auf der Grundlage solcher qualifizierter Forschungsarbeiten kann – im Zusammenwirken mit benachbarten Fachdisziplinen – die erforderliche Expertise erworben werden. Aus der Sicht des Wissenschaftsrates ist es erforderlich, daß mehrere Universitäten sich schwerpunktmäßig mit der Strahlenforschung und der entsprechenden Ausbildung befassen.

An den Universitäten der alten Länder ist die grundlagenorientierte biologische Strahlenforschung in den naturwissenschaftlichen Fakultäten – mit Ausnahme weniger Arbeitsgruppen – immer weniger vertreten. Auch die Strahlenforschung an medizinischen Fakultäten zeigt eher abnehmende Tendenz. Nur noch wenige Universitäten bieten die Fächer

Strahlenphysik, Strahlenbiophysik und Strahlenbiologie an und halten diese auch für Studenten naturwissenschaftlicher Fakultäten offen.

In den neuen Ländern ist die Strahlenforschung nahezu völlig verlorengegangen, obgleich es in der DDR universitäre Zentren der Strahlenforschung gegeben hat, z. B. in Berlin und in Dresden. Daher sind dort auch noch klinisch-radiologische Einrichtungen und radiologisch-experimentelle Arbeitsgruppen vorhanden. In Berlin besteht darüber hinaus noch die aus dem früheren Institut für Strahlenschutzmedizin des Staatlichen Amtes für Atomsicherheit (SAAS) hervorgegangene, vom BGA übernommene Arbeitsgruppe „Klinisch-diagnostischer Bereich“.

Der Wissenschaftsrat empfiehlt, die an den Medizinischen Fakultäten der alten Länder noch bestehenden Zentren der Strahlenforschung in angemessener Weise zu erhalten und in den neuen Ländern an ausgewählten Standorten unter Nutzung des vorhandenen Potentials solche Zentren aufzubauen. Er empfiehlt weiter, an 4 bis 5 Universitäten diese Zentren zu interdisziplinären Schwerpunkt-Zentren auszubauen, in denen der Strahlenschutz in Forschung und Lehre auch wieder an den Naturwissenschaftlichen Fakultäten verankert wird.

Eine wichtige Rolle bei der umweltrelevanten Strahlenforschung kommt den Großforschungseinrichtungen GSF, KfK und KFA zu. Über das weitaus größte Potential verfügt die GSF in ihren Instituten für Strahlenschutz, für Strahlenbiologie, für Tieflagerung, für Epidemiologie und für Genetik. Der Wissenschaftsrat ist der Auffassung, daß diese Kapazitäten erhalten werden sollten. Das KfK befaßt sich im Institut für Toxikologie mit Untersuchungen zur Biokinetik der Transurane und zum Risiko dieser Radionuklide. Da diese Untersuchungen in Deutschland einzigartig sind, sollten sie weitergeführt werden. Die KFA verfügt über ein Institut für Nuklearchemie, dem nach Wegfall entsprechender Institute in Leipzig und Berlin-Buch besondere Bedeutung zukommt und dessen Fortbestand gesichert werden sollte.

Das Bundesamt für Strahlenschutz betreibt im Rahmen der ihm gesetzlich zugewiesenen Aufgaben in seinen Instituten für Strahlenhygiene und für atmosphärische Radioaktivität in erster Linie anwendungsbezogene Forschung. Der Wissenschaftsrat hat in seiner Stellungnahme zu dem Bundesamt auf die Bedeutung dieser Forschungsaktivitäten hingewiesen (Vgl. C. II. 3.10.).

Zu unterstreichen ist abschließend die Notwendigkeit einer engen Kooperation der außeruniversitären Einrichtungen miteinander und mit den Hochschulen.

Der Wissenschaftsrat ist der Auffassung, daß angesichts der problematischen Situation der Strahlenforschung die finanzielle Unterstützung dieses Fachgebiets nicht weiter abgebaut werden darf. Er tritt dafür ein, daß die Grundlagenforschung im Strahlenschutz durch ein entsprechendes

Programm von BMFT und BMU systematisch gefördert wird. Dabei muß die Förderung im Hochschulbereich auf Projekte an den vom Wissenschaftsrat empfohlenen fakultätsübergreifenden Zentren der Strahlenforschung konzentriert werden.

II. 11. Umwelt und Technik

Ziele der technischen Umweltforschung

Viele Umweltschäden sind das Ergebnis unerwarteter oder nicht bedachter Begleiterscheinungen des technischen Fortschritts und des darauf basierenden Wohlstands der Industriegesellschaften. Angesichts der Verknappung von Rohstoffen und von Deponieraum sowie der Verschmutzung von Wasser, Boden und Luft hatten und haben sich neue Herausforderungen für die Entwicklung der Technik ergeben.

Forschung auf diesem Gebiet wird von den Ingenieurwissenschaften geleistet, einem umfangreichen Feld unterschiedlicher Forschungsrichtungen des Maschinenbaus, der Verfahrenstechnik, der Elektrotechnik und des Bauingenieurwesens als den wichtigsten Disziplinen, sowie von den angewandten Naturwissenschaften (Biologie, Chemie, Geowissenschaften). Ingenieurwissenschaftliche Umweltforschung wird an Universitäten und Fachhochschulen, außeruniversitären Forschungsinstituten und in der Industrie betrieben. Entwicklungsarbeiten sind überwiegend in der Industrie konzentriert, die hier nicht weiter behandelt wird. Die gesetzlichen Auflagen der letzten Jahre (z. B. im Bereich des Abfall-, Wasser-, Immissions- bzw. Emissionsrechts) haben eine verstärkte industrielle Umweltforschung initiiert.

Ziel der technischen Umweltforschung ist die Entwicklung von Produkten, Produktionstechnologien und Verfahren zur Vermeidung oder Verminderung von umweltschädlichen Emissionen und zur Sanierung bereits aufgetretener Umweltschäden. Kurative Maßnahmen („End-of-the-pipe-Lösungen“) überwiegen derzeit; zunehmend werden aber auch präventive Maßnahmen entwickelt. Um Umweltschäden quantifizieren zu können, ist die Entwicklung der Meß- und Analysetechnik wichtig.

Die Hauptthemen der technischen Umweltforschung sind: Abfallwirtschaft (Abfallvermeidung, -verwertung, -entsorgung), Altlastensanierung, Luftreinhaltung (Abluftreinigung, Emissionsminderung, emissionsarme Technologien), Gewässerschutz/Wasserversorgung/Abwasserentsorgung, umweltgerechtes Bauen, umweltgerechtes Verkehrswesen, Lärmschutz sowie umweltgerechtes Konstruieren von Maschinen.⁶⁰⁾

60) Vgl. Der Bundesminister für Forschung und Technologie: Umweltforschung und Umwelttechnologie, Programm 1989 bis 1994, Bonn, 4. Aufl., 1991, S. 69-92.

Mit technischer Umweltforschung befaßte Einrichtungen

Die ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten sind die wichtigsten Stätten der öffentlich finanzierten ingenieurwissenschaftlichen Umweltforschung in Deutschland. Es wird auf den Gebieten Vermeidung, Verminderung, Behandlung und Verwertung von Abfall, Abwasser, Abluft und Altlasten sowie Anlagentechnik geforscht. Die FuE-Arbeiten erstrecken sich von der Grundlagenforschung bis zur Produkt- und Verfahrensentwicklung. Einige Universitäten haben fach- und fakultätenübergreifende Zentren für technische Umweltforschung eingerichtet (z. B. Zentrum für Abfallforschung [ZAF] der TU Braunschweig, Zentrum für interdisziplinäre Technikforschung der TH Darmstadt). Eng mit den Universitäten verbunden sind vielfach An-Institute, die, zumeist aus FuE-Aufträgen finanziert, als Bindeglied zwischen den Hochschulen und der Industrie wirken (z. B. Clausthaler Umwelttechnik-Institut GmbH an der TU Clausthal [CUTEK-Institut]).

Die technische Umweltforschung der Großforschungseinrichtungen (vor allem GKSS, Geesthacht, und KfK, Karlsruhe) ist im wesentlichen auf die Entwicklung von technischen Lösungen für den nachsorgenden Umweltschutz ausgerichtet (Entwicklung von Meßtechniken, von Rückhalte-, Reinigungs-, Abscheidungstechniken in bezug auf Wasser und Luft, Entwicklung von Lärmschutzmaßnahmen, Untersuchungen zur Endlagerung von Abfall) und führt Verfahrensuntersuchungen zur thermischen Abfallbeseitigung und zu Feuerungsanlagen durch.

Von den technisch ausgerichteten Instituten der Fraunhofer-Gesellschaft befassen sich vor allem das FhI für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik (IGB), Stuttgart, und das FhI für Biomedizinische Technik (IBMT), St. Ingbert, mit Umweltthemen. Das IGB forscht insbesondere auf dem Gebiet Bioverfahrenstechnik, und das IBMT versucht die Gebiete Umweltforschung und Medizintechnik zu verbinden. Am FhI für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe, beschäftigt sich eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe mit Technikfolgenabschätzung. Auf Landesebene befassen sich ferner verschiedene Landesämter oder Landesanstalten mit technischen Problemen, vor allem mit Wasserreinhaltung und Abfallbeseitigung (und in diesem Zusammenhang auch mit Deponieforschung).

Als Organisationseinheiten des VDI und des DIN, die durch ihre Richtlinien die industrielle technische Umweltforschung beeinflussen, sind auf dem Gebiet des Umweltschutzes der Normenausschuß Akustik, Lärminderung und Schwingungsschutz (NALS), der Normenausschuß Grundlagen des Umweltschutzes (NAGUS) sowie die Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) zu nennen. Diese Einrichtungen arbeiten an der Koordination der deutschen und internationalen Gesetzgebung und Normung. Mehrere andere Fachgesellschaften erarbeiten ebenfalls Richtlinien für Umweltschutztechniken und geben Anstöße für FuE-Arbeiten.

Förderinstrumente für die technische Umweltforschung

Die ingenieurwissenschaftliche Hochschulforschung ist in besonderem Maße auf die Einwerbung von Drittmitteln angewiesen, die für anwendungsorientierte Vorhaben besonders vom BMFT, aber auch vom BMWi, der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) sowie aus der Industrie stammen. Hinzu kommt die DFG-Förderung für stärker grundlagenorientierte Fragestellungen. Einen direkten Umweltbezug haben die Graduiertenkollegs „Turbulenz und Verbrennung – Grundlagen zur Emissionsminderung“, „Strategien zum Schutz der Umwelt“ (beide RWTH Aachen) und „Energie- und Umwelttechnik – Maschinen- und systemtechnische Grundlagen umweltgerechter Energieumwandlung“ (U Karlsruhe) sowie die SFB 144 „Methoden zur Energie- und Rohstoffeinsparung für ausgewählte Fertigungsprozesse“ und 224 „Motorische Verbrennung“ (RWTH Aachen), 188 „Reinigung kontaminierter Böden“ (TU Hamburg-Harburg), 209 „Stoff- und Energietransport in Aerosolen“ (U Duisburg), 181 „Hochfrequenter Rollkontakt der Fahrzeugräder“ (TU Berlin), 315 „Erhalten historisch bedeutender Bauwerke“ (U Karlsruhe) und der 1993 bewilligte SFB 1448 „Umweltfreundliche Antriebstechnik für Fahrzeuge“ (TU München).

Das BMFT hat ein Programm zur Umweltschutztechnologie-Entwicklung (Fördersumme 1993: 180 Mio. DM) mit den thematischen Schwerpunkten Wasser, Abfallwirtschaft und Altlastensanierung, schadstoffvermeidende Prozesse und Produkte sowie Sicherheitsforschung und -technik eingeführt. Ziele sind die Entwicklung neuer technischer Verfahren zur Vermeidung, Verminderung und Beseitigung von Umweltschäden sowie die Erweiterung des technischen Basiswissens für die staatliche Normensetzung. Im Rahmen dieses Programms wird u. a. das Leitprojekt „FCKW/CKW-Substitution“ durchgeführt. Auch im Forschungs- und Entwicklungsprogramm „Arbeit und Technik“ des BMFT spielen Umweltprobleme und Umweltbewußtsein in der Arbeitswelt eine Rolle.

Mehrere Länder haben Landesforschungsprogramme zu technischer Umweltforschung eingeführt; in Bayern bindet der Forschungsverbund Abfallforschung und Reststoffverwertung (BayFORREST) die Universitäten Bayreuth, Erlangen-Nürnberg, München (TU) und Würzburg sowie das Bayerische Landesamt für Umweltschutz in ein gemeinsames Forschungsprogramm ein. Dem Transfer der Forschungsergebnisse in die Praxis dienen die mit BayFORREST verbundenen Applikationszentren Bayerisches Institut für Abfallforschung (Bifa) in Augsburg und Forschungs- und Entwicklungsinstitut für Sondermüll (FES) in Schwabach. In Baden-Württemberg befassen sich die Landesprojekte „Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen zur Luftreinhaltung“ und „Wasser-Abfall-Boden“, an denen die meisten Hochschulen des Landes und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen beteiligt sind, mit technischen Problemen. In Rheinland-Pfalz schließlich werden im Rahmen

des Forschungsschwerpunktes „Neue Technologien“ auch Projekte zur Umwelttechnologie gefördert.

Eine überregionale Koordination umwelttechnischer Forschung geschieht in der seit 1984 bestehende Arbeitsgemeinschaft Technische Flammen (TECFLAM), der die Universitäten Heidelberg, Karlsruhe, Stuttgart, die TH Darmstadt, die DLR und das Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik, Berlin, angehören. Finanziert wird das Projekt vom BMFT, vom baden-württembergischen und vom hessischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst sowie von den beteiligten Instituten. TECFLAM beschäftigt sich u. a. mit der Entstehung und Vermeidung von Schadstoffen bei der Verbrennung. Die Arbeitsgemeinschaft arbeitet eng mit Industriefirmen zusammen, die auf dem Gebiet der Autoherstellung, der Kraftwerkstechnik und Müllverbrennung tätig sind. Als Beispiel für regionale Zusammenarbeit kann der Forschungsschwerpunkt Umwelt Karlsruhe (FUM) gelten, ein Zusammenschluß des KfK, der Landesanstalt für Umweltschutz und der Universität Karlsruhe zur gemeinsamen Durchführung von Umweltforschungs- und -entwicklungsvorhaben sowie zur Information der Wirtschaft und der Kommunen. FUM koordiniert u. a. Vorhaben zu emissionsmindernden Verfahren, zur Reinigung kontaminierter Böden, zu Abfallwirtschaft und Altlastenbeseitigung sowie zur Technikfolgenabschätzung.

Im europäischen Rahmen wird auf eine Harmonisierung der Umweltschutzvorschriften hingearbeitet. Im dritten Rahmenprogramm der EU (1990-1994) sind mehrere Einzelprogramme aufgeführt, die neben anderen Zielen auch den Umweltschutz einbeziehen:

- „Industrielle und Werkstofftechnologien“, das sich u. a. mit umweltbezogenen Technologien befaßt;
- „Messen und Prüfen“, das u. a. Unterstützung für Verordnungen und Richtlinien über Umweltschutz leisten und bessere Verfahren zur Umweltüberwachung entwickeln will;
- das Forschungs- und Entwicklungsprogramm im Bereich der Umwelt, dessen Bereiche II („Technologien und technische Verfahren für den Umweltschutz“) und ZV („Naturkatastrophen und technologische Risiken“) sich der technischen Umweltforschung widmen;
- „Förderung der Energietechnologien in Europa“ (THERMIE); „Network for Environmental Technology Transfer“ (NETT), das die Zusammenarbeit von Industrieunternehmen und Anwendern auf dem Gebiet der „sauberen“ Technologien fördern soll.

Auf internationaler Ebene fördert das NATO-Committee on the Challenges of Modern Society (CCMS) die Pilotstudie „Demonstration of Remedial Action Technologies for Contaminated Land and Groundwater“ (1989-1994), an der Wissenschaftler aus zehn Nationen beteiligt sind.

Stellungnahme

Der Wissenschaftsrat hat bei seiner Erhebung zur Umweltforschung festgestellt, daß sich in Deutschland besondere Stärken in der technischen Umweltforschung vor allem auf den Gebieten Luftreinhaltung, Abwasserklärung, Trinkwasseraufbereitung, thermische Abfallbehandlung und Bodensanierung entwickelt haben. Hier sind Forschung und Technikentwicklung weltweit führend.

Dagegen besteht ein großer Forschungsbedarf auf den Gebieten Umweltsystemtechnik und produktionsintegrierter Umweltschutz. Defizite sind ferner vor allem bei den Themen Prozeßleittechnik, Technologien für Reststoffdeponien, Bergbaualtlasten, Waschverfahren zur Abwasserreinigung und Erforschung von Grenzflächenphänomenen zu verzeichnen. Diese Defizite sind nicht nur für die deutsche Forschung charakteristisch.

Situationsbedingt überwiegen die Erforschung und Entwicklung von „End-of-the-pipe-Lösungen“, da noch auf Jahre hinaus „Reparaturen“ notwendig sind; erste Ansätze zu produktionsintegrierten Umweltschutztechnologien sind jedoch vorhanden. Unter produktionsintegriertem Umweltschutz werden derzeit diejenigen Verfahren und/oder Technologien bezeichnet, durch die

- eine Vermeidung und Verminderung von Reststoffen innerhalb eines Produktionsprozesses,
- die Verwertung von Reststoffen und Energien in anderen Produktionen innerhalb und außerhalb des eigenen Produktionsbetriebes sowie
- eine recyclinggerechte Auswahl von Materialien und Verfahren zur Vermeidung von nichtverwertbaren Produktionsabfällen

ermöglicht wird.

Besondere Bedeutung hat ferner die Technikfolgenforschung, die eng mit der Produkt- und Verfahrensentwicklung zusammenarbeiten sollte; auch hier bestehen Defizite. Die Kooperation mit Sozial-, Rechts- oder Wirtschaftswissenschaftlern, die bei vielen Vorhaben von Nutzen sein könnte, ist noch wenig entwickelt. Bei Vorhaben, die rechtliche Probleme tangieren oder deren Wirtschaftlichkeit bei der Umsetzung in die Praxis ermittelt werden muß, sowie bei Vorhaben, die die Akzeptanz oder das Umdenken der Bevölkerung voraussetzen oder deren Folgen bei der Umsetzung in die Praxis noch nicht absehbar sind, empfiehlt der Wissenschaftsrat zur gemeinsamen Entwicklung integraler Fragestellungen und ihrer interdisziplinären Bearbeitung die Einbeziehung von Experten der Rechts-, Wirtschafts- oder Sozialwissenschaften oder solcher für Technikfolgenforschung.

Grundlagenorientierte ingenieurwissenschaftliche Forschung ist immer mehr auf die Integration mathematischer, physikalischer und chemischer Methoden und Erkenntnisse angewiesen. Dies gilt für innovative Umwelttechnologie ebenso wie für andere Gebiete der Ingenieurwissenschaften. Für die Kooperation zwischen Physikern und Ingenieuren gibt es eine Reihe guter Ansätze. Dagegen sind die Kooperationsbeziehungen z. B. der auf dem Gebiet der Abwassertechnologien oder der Bodensanierung arbeitenden Bau-Ingenieure mit Chemikern und vor allem mit Biologen und Biotechnologen noch unterentwickelt. Insgesamt sollte die Zusammenarbeit der Ingenieurwissenschaften mit den Naturwissenschaften, die für die technische Grundlagenforschung von großer Bedeutung ist, erheblich ausgebaut werden. Von gemeinsamen Forschungsprogrammen und einer gezielten Stärkung der naturwissenschaftlichen Grundlagen in der Ausbildung auch des wissenschaftlichen Nachwuchses sind auf längere Sicht entscheidende Fortschritte in der präventiven Umwelttechnik zu erwarten.

Die Verständigung innerhalb der ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen ist vielfach relativ schwach entwickelt. Die Beschränkung auf bestimmte Themen (Abfall-/Emissions-/Abwasservermeidung/-entsorgung, -verwertung) birgt darüber hinaus die Gefahr in sich, daß Doppelforschung betrieben wird. Der Wissenschaftsrat empfiehlt daher, Synergieeffekte zu schaffen und die Kapazitäten im Land zu bündeln.

Während in der Vergangenheit der ingenieurwissenschaftlichen Umweltforschung erhebliche öffentliche Fördermittel zufließen, geht die öffentliche Förderung für diesen Bereich in jüngster Zeit spürbar zurück. Die Gefahr ist nicht zu übersehen, daß dadurch vor allem die längerfristig angelegte Grundlagenforschung eingeschränkt wird und die Institute der Ingenieurwissenschaften sich noch stärker Entwicklungsarbeiten zuwenden, weil hierfür leichter Mittel eingeworben werden können.

Der Wissenschaftsrat hat den Eindruck gewonnen, daß die vom BMFT aufgelegten FuE-Programme immer stärker auf Industriebeteiligung und unmittelbaren Anwendungsbezug ausgelegt sind. Da die Fördermittel der DFG sehr knapp sind und diese in erster Linie für Vorhaben der Grundlagenforschung Verwendung finden, fehlt es zunehmend an Fördermöglichkeiten für den Zwischenbereich zwischen Grundlagenforschung und Entwicklungsprojekten. Der Forschungsförderung fehlt es bisweilen an einem längeren Atem, der für echte Innovationen unverzichtbar ist. Der Wissenschaftsrat weist auf diese problematische Entwicklung hin, der vor allem die Hochschulinstitute aufgrund ihrer schmalen Grundausrüstung ausgeliefert sind. Er empfiehlt dem BMFT die technische Umweltforschung an den Hochschulen nicht allein auf eine durch Entwicklungsvorhaben und unmittelbare Anwendungen geprägte Richtung beschränkt zu lassen.

Auf dem Gebiet der Förderung technischer Umweltforschung ergibt sich ein ordnungspolitisches Problem. Öffentliche Forschungsförderung

unterliegt dem Subsidiaritätsprinzip, d. h. entwicklungsnahe Vorhaben sollten nur in den Bereichen öffentlich gefördert werden, in denen staatliche Vorsorge erforderlich ist und ein öffentliches Interesse besteht, daß ein innovativer technischer Ansatz entwickelt wird, für den von der Industrie aus wirtschaftlichen Gründen kein ausreichendes Engagement zu erwarten ist, weil z. B. das wirtschaftliche Entwicklungsrisiko zu groß ist.⁶¹⁾ Bei Anwendung der oben genannten Maxime ist es jedoch bei einigen Forschungsvorhaben fraglich, inwieweit sie von der öffentlichen Hand gefördert werden und nicht vielmehr der Industrieforschung obliegen sollten. Der Wissenschaftsrat empfiehlt, bei der Konzipierung neuer Vorhaben zu prüfen, ob die oben genannten Kriterien zutreffen.

Der Zufluß von industriellen und öffentlichen Fördermitteln hat in der Vergangenheit zu einem starken Anwachsen mancher ingenieurwissenschaftlichen Hochschulinstitute geführt. Der Wissenschaftsrat hält solche „Groß-Institute“ für die technische Umweltforschung nur in bestimmten Bereichen, für die Großanlagen und eine entsprechende Infrastruktur erforderlich sind (z. B. Verbrennungstechnik), für sinnvoll. In einigen Fällen haben die Institute die „optimale“ Größenordnung eines Hochschulinstituts überschritten, so daß die wissenschaftliche Kommunikation leidet und die große Zahl der Doktoranden nicht mehr ausreichend betreut werden kann – die durchschnittliche Dauer einer Promotion beträgt vielfach fünf bis sechs Jahre – und die mit der Einwerbung und Administration von Drittmitteln verbundenen Managementaufgaben für die leitenden Wissenschaftler einen Umfang angenommen haben, der zur Beeinträchtigung ihrer originären Aufgaben in Forschung und Lehre führt. Der Wissenschaftsrat empfiehlt diesen Instituten und den Einrichtungen der Forschungsförderung, diese Gesichtspunkte künftig zu beachten und insbesondere dafür Sorge zu tragen, daß der wissenschaftliche Nachwuchs angemessen betreut und in kürzerer Zeit als vielfach üblich seine Dissertationen abschließen kann.

Die Durchführung von Forschungsaufträgen der Industrie hat gelegentlich zur Folge, daß sich Universitätsinstitute stärker auf anwendungsnahe Forschungs- und Entwicklungsprojekte konzentrieren und die Grundlagenforschung vernachlässigen. Die Universitäten sollten darauf achten, daß ihre Institute ein Gleichgewicht zwischen Auftragsforschung und Entwicklungsvorhaben einerseits und originär universitärer Forschung andererseits, die sich Grundlagen und ihrer Anwendung zuwendet, wahren.

Beim Transfer von Entwicklungen in die mittelständische Industrie kann sich das Problem ergeben, daß großdimensionierte technische Entwicklungen an Hochschulen und Großforschungseinrichtungen für mittlere und kleine Industrieunternehmen kaum anwendbar sind. Dies ist ein Feld, auf dem gerade die Fachhochschulen mit ihren sehr anwen-

61) Der Bundesminister für Forschung und Technologie: Umweltforschung und Umwelttechnologie, Programm 1989 bis 1994, S. 33 f.

dungsnah angelegten Entwicklungsarbeiten eine originäre Aufgabe haben, die sie in einer Reihe von Fällen bereits mit guten Ergebnissen wahrnehmen. Der Ausbau der Fachhochschulen und das mit dem Generationswechsel ihrer Professoren wachsende Interesse an anwendungsorientierter FuE führt dazu, daß die Bedeutung der Fachhochschulen für die ingenieurwissenschaftliche Forschung, vor allem für Entwicklungsvorhaben und Technologietransfer, künftig wachsen wird. Die Konzeption staatlicher Förderprogramme sollte dieser Entwicklung, die hochschulpolitisch auf breite Unterstützung stößt, Rechnung tragen.

II. 12. Beiträge der deutschen Umweltforschung für außereuropäische Regionen

Geographie, Völkerkunde sowie biologische und geologische Naturbeschreibung in außereuropäischen Regionen hatten im 19. und frühen 20. Jahrhundert in der deutschen Wissenschaft und in der breiten Öffentlichkeit einen hohen Stellenwert. Die bereits damals überwiegend in Gebieten der Tropen und Subtropen gewonnenen wissenschaftlichen Erkenntnisse bilden noch heute wesentliche Grundlagen für die Umweltforschung in diesen Regionen, die jetzt ökonomisch überwiegend der Dritten Welt zugeordnet werden.

Die folgenden Ausführungen gelten vor allem der Situation in den Entwicklungsländern. Auf die Bedeutung einer stärkeren Hinwendung der Umweltforschung auf Gebiete Mittel- und Osteuropas wird in Teil B gesondert eingegangen.⁶²⁾ Obwohl sich das Hauptaugenmerk der deutschen Umweltforschung auch heute überwiegend auf die Tropen richtet, schließt die Gesamtheit dieser Länder auch Gebiete ein, in denen keine tropischen oder subtropischen Bedingungen herrschen.⁶³⁾ Im Mittelpunkt der Ausführungen stehen die noch weitgehend natürlichen und die vor allem biologisch genutzten Lebensräume. Der Wissenschaftsrat erachtet die Verbindung des deutschen Industrieexports mit Vorkehrungen zum Umweltschutz als notwendig. Gleichwohl kann hier nicht detailliert auf spezifische Anforderungen an die Umwelttechnik eingegangen werden.

Die traditionelle Nutzung der tropischen Lebensräume durch ihre Bewohner war auf dauerhafte Erträge angelegt. Die Bevölkerungsexplosion und der damit verbundene Nahrungsbedarf einerseits sowie zunehmende Produktionsrückstände von Rohstoffen für den Weltmarkt und eine einseitige Struktur- und Subventionspolitik andererseits haben zu Interessenkonflikten zwischen Nutzungs- und Schutzbestrebungen komplexer tropischer Ökosysteme geführt. In vielen Regionen der Welt lassen Hunger und Armut den dort lebenden Menschen keine andere

62) Vgl. Kapitel B. V.

63) Im folgenden wird vereinfachend von Tropen gesprochen, wenn auch andere Klimazonen in Afrika, Asien und Lateinamerika gemeint sind.

Wahl, als ihr Überleben auf Kosten der Umwelt zu sichern. Dabei wirken die anthropogenen Eingriffe auf die Natur zurück und verringern ihr Produktionspotential. Dies ist am Beispiel der Regenwaldzerstörung und der Überbelastung von Küstenregionen besonders augenfällig. Auch dringen in all diesen Gebieten im Nachgang zur „grünen Revolution“ und Überweidung heute die ökologischen Grenzen der Nutzung von Boden und Wasser stärker ins Bewußtsein.

Nicht zuletzt für das Weltklima sind tropische und subtropische Ökosysteme der Ozeane und der Kontinente von entscheidender Bedeutung. Sie nehmen die Hälfte der Fläche unseres Globus ein.⁶⁴⁾ Die Ausbreitung der Wüsten und Halbwüsten auf Kosten der Steppen und Savannen beeinflußt den Wasser- und Strahlungshaushalt. Die Veränderung der Landnutzung wirkt sich auch auf die CH₄-Produktion (Rinder, Reisanbau) und die N₂O-Produktion (Dünger) aus.

Der Regenwald hat im Laufe der Naturgeschichte nicht nur einen geschlossenen Nährstoffkreislauf aufgebaut, sondern auch einen weitgehend geschlossenen Wasserkreislauf, der jedoch eine große, zusammenhängende Waldregion verlangt. Die tropischen Wälder sind gleichzeitig wichtige Puffer des Treibhausgases Kohlendioxid. Die Zerstörung der Tropenwälder zur Gewinnung landwirtschaftlicher Nutzfläche schreitet weiter voran. Kurzfristig wirksame, aber falsche Bewässerungsstrategien⁶⁵⁾ sowie die zu Überweidung und anschließender Erosion führende Reduzierung der Weideflächen durch Ausdehnung des Ackerbaus auf marginale Standorte, gehören zu den wichtigsten Ursachen für diese Entwicklung; sie hat bereits Völkerwanderungen ausgelöst. Sie läßt sich bremsen, wenn ein größerer Anteil der Flächen aus der intensiven Nutzung genommen und „nachhaltig“ bewirtschaftet wird. So ergeben sich gravierende Interessenkonflikte nicht nur zwischen Nutzungs- und Schutzbestrebungen, sondern auch zwischen verschiedenen Nutzungsformen. Insgesamt werden sich diese Konflikte in Zukunft vor dem Hintergrund der zu erwartenden Bevölkerungszunahme und der globalen Klimaveränderungen noch zuspitzen. Daher dürfen sich Schutzkonzepte nicht nur auf die verbleibenden intakten Restflächen konzentrieren, sondern müssen gezielt und vorrangig die eigentlichen Ursachen der weitflächigen Zerstörung bekämpfen, wobei allerdings die ökonomische Weiterentwicklung der betreffenden Regionen nicht außer acht gelassen werden darf.

Die Erhaltung der Lebens- und Produktionsgrundlagen und die Sicherung der Ernährung bei wachsender Bevölkerung sowie die Sicherung der „biologischen“ Rohstoffe und die kontrollierte Nutzung der natürlichen Ressourcen sind die zentralen Herausforderungen für die näch-

64) Im folgenden werden nur die Kontinente betrachtet. Zur umweltbezogenen Meeresforschung vgl. Kapitel A. II. 7.

65) Begünstigung intensiver Monokulturen unter hohem Dünger- und Pestizideinsatz sowie die nicht fachgerechte Ausdehnung von Flächen bei gleichem Wasserangebot führt zu Bodenversalzung und Ausschwemmung von Pestiziden.

sten Jahrzehnte. Um diese komplexen Gefahren durch Schutzzonen und Ausgleichsmaßnahmen eindämmen zu können, bedarf es der disziplinübergreifenden Kenntnis der ökologischen Zusammenhänge dieser Lebensräume.

Neben der Analyse der Struktur und Funktion natürlicher Systeme, ihrer Elastizität und Regenerationsfähigkeit gegenüber Störungen von außen (direkte menschliche Eingriffe, Klimawechsel), der Interaktion zwischen Ökosystemen sowie der globalen und regionalen Bedeutung der Erhaltung und Vernetzung natürlicher Systeme sind folgende sozio-ökonomische Forschungsprobleme für die zukünftige Entwicklung der Dritten Welt von entscheidender Bedeutung:

- Möglichkeiten, das ökologische Gleichgewicht biologisch genutzter Systeme durch angepaßte Bewirtschaftungsmaßnahmen in einem Bereich zu stabilisieren, wo Nachhaltigkeit des Produktionserfolges und dauerhafte Umweltverträglichkeit gewährleistet sind;
- Entwicklung von Bewertungskonzepten zur besseren Einsetzung von Nutzungsstrategien;
- soziokulturelle Hintergründe und Begleitumstände;
- Abhängigkeit der Schutz- und Bewirtschaftungsmaßnahmen von Traditionen und sozioökonomischen Zwängen (z. B. Bedarf an Nahrung und anderen Verbrauchsgütern biologischer Herkunft);
- voraussichtliche Folgen weltweiter Klima- und Wasserverfügbarkeitsänderungen und Handlungsoptionen zu ihrer Vermeidung oder Abmilderung.

Stand der Forschung

Im Vergleich zur Tropenforschung der Staaten, die bis Mitte des Jahrhunderts Kolonialmächte waren, ist die deutsche Forschung für Regionen außerhalb Europas seit dem Ersten Weltkrieg in den Hintergrund getreten. Zwar können viele Aspekte und Erkenntnisse umweltbezogener Forschung in Deutschland, wie sie in den vorherigen Kapiteln des Gutachtens ausgeführt sind, auch Erkenntnisgewinne für Regionen außerhalb Deutschlands liefern, sie werden jedoch meist nicht gezielt in den Tropen eingesetzt. Die wenigen deutschen Tropenwissenschaftler befassen sich mit sehr unterschiedlichen Natur-, Kultur- und Wirtschaftsräumen und entsprechend unterschiedlichen Umweltproblemen. So ist die deutsche Umweltforschung für die Tropen überwiegend durch punktuelle Ansätze gekennzeichnet, die die Bildung einer kritischen Masse bisher verhindert haben. Dies gilt auch für Forschungszweige, die sich zielgerichtet mit Fragestellungen für den Bereich der Tropen, Subtropen und Trockengebiete befassen. So z. B.

- Tropenlandwirtschaft,
- Tropenforstwirtschaft,
- Tropenökologie,
- Anthropo- und Kulturgeographie, Entwicklungssoziologie,
- Ethnologie.

Größere Arbeitsgruppen mit langfristigen Forschungskonzepten, wie z. B. die Arbeitsgruppe für Tropenökologie des MPI für Limnologie in Plön, das kürzlich gegründete Zentrum für Marine-Tropenökologie (ZMT) in Bremen und die Zentren bzw. Schwerpunkte der tropischen Agrar- und Forstwirtschaft an den Universitäten Berlin, Freiburg, Gießen, Göttingen, Hamburg, Hohenheim und Tharandt sind die Ausnahme.

Insgesamt gibt es in Deutschland nur wenige langfristig und hauptamtlich tropenökologisch arbeitende Wissenschaftler und Wissenschaftlergruppen. Sie arbeiten meist recht isoliert an Einzelprojekten. Durch die Schaffung größerer BMFT-Projekte, besonders SHIFT,⁶⁶⁾ sowie des DFG-Schwerpunktprogramms „Mechanismen der Aufrechterhaltung tropischer Diversität“ ist versucht worden, eine gewisse Konsolidierung von Einzelaktivitäten zu erreichen. Dadurch konnten sich an einigen Universitäten kleine – in der biologischen Interaktion zwischen Tier und Pflanze thematisch meist eng ausgerichtete – Forschungsgruppen bilden. So gibt es nur einen einzigen Lehrstuhl, der auch der terrestrischen tropenbiologischen Forschung gewidmet ist. Deutsche biologische Stationen vor Ort gibt es nicht.

Der geographische Schwerpunkt deutscher Umweltforschungsaktivitäten liegt traditionell in Mittel- und Südamerika, gefolgt von Afrika – hier besonders den ariden Gebieten und Asien (Malaysia, Indonesien, Nepal). In jüngster Zeit sind auch China und die Nachfolgestaaten der Sowjetunion stärker ins Blickfeld gerückt.

Im internationalen Vergleich konkurrenzfähig sind die Vegetationskunde, Teile der Geowissenschaften sowie punktuell diejenigen Bereiche, in denen es bereits institutionalisierte Aktivitäten vor Ort gibt, wie z. B. hinsichtlich der Nährstoffkreisläufe. Die deutschen Forstwissenschaftler widmen sich seit den 60er Jahren verstärkt ökosystemaren Fragen der Naturwälder (vor allem in Lateinamerika und Asien), während in anderen Ländern die vom Menschen geschaffenen Ökosysteme (Plantagen) im Mittelpunkt standen.

⁶⁶⁾ SHIFT = Studies on Human Impact on Forests and Floodplains in the Tropics, ein 1989 im Rahmen eines Kooperationsabkommens zwischen dem Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renovaveis und der DLR eingerichtetes Programm, in das heute Wissenschaftler aus einer Vielzahl deutscher Einrichtungen eingebunden sind.

Im Bereich der Agrarforschung sind die Aktivitäten der oben genannten Institute und Arbeitsgruppen sowohl geographisch als auch inhaltlich breit gestreut. Lediglich der Hohenheimer Sonderforschungsbereich „Standortgemäße Formen kleinbäuerlicher Landwirtschaft in den Tropen“ konzentriert sich auf Westafrika. Bemerkenswerterweise bemühen sich diese Einrichtungen jetzt von sich aus darum, daß durch einen vertraglich gefestigten Zusammenschluß nach Art eines Konsortiums die Forschungslandschaft künftig besser aufeinander abgestimmt werden soll. Durch einen gezielteren Einsatz des Potentials soll die deutsche landwirtschaftliche Forschung an Profil gewinnen.

An den in der Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) zusammengeschlossenen 18 internationalen agrarwissenschaftlichen Forschungszentren, die seit Mitte der 60er Jahre in verschiedenen Ländern (meist der Dritten Welt) entstanden sind, ist Deutschland mit 4,5 % (1992) des Gesamtfinanzvolumens beteiligt. Auch in diesen Zentren, die vormals die „grüne Revolution“ getragen haben, werden zunehmend Aspekte der nachhaltigen Landbewirtschaftung bedeutungsvoll.

Angesichts der sozioökonomischen und ökologischen Bedeutung der aquatischen Lebensräume besteht ein großer Forschungsbedarf hinsichtlich der Küsten- und Binnengewässer einschließlich der Aquakultur. Dieser wird nur sehr punktuell – vor allem in Manaus, Brasilien und in verschiedenen Einzelvorhaben – befriedigt.

Für die Beiträge der Geisteswissenschaften zur Umweltforschung in der Dritten Welt sind beispielhaft der SFB „Kulturentwicklung und Sprachgeschichte im Naturraum westafrikanische Savanne“, Frankfurt a. M., und das Schwerpunktprogramm „Kulturraum Karakorum“ zu nennen.

Forschungsförderung

Von deutscher Seite werden die meisten Entscheidungen über Projekte der Entwicklungshilfe in der Dritten Welt durch das Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit (BMZ) getroffen. Dies erfolgt zum Teil in Absprache mit der Weltbank, der EU und weiteren internationalen Organisationen. Auch die Förderung der Umweltforschung in den Ländern der Dritten Welt liegt überwiegend beim BMZ bzw. bei der ihm zugeordneten Deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), die vielfach Aufträge an Bundesforschungsanstalten des BML und BMWi vergibt. Mittels des in seinem Volumen sehr knapp bemessenen „Tropenökologischen Begleitprogramms“ (TÖB) (2 Mio. DM 1991 – 1993), einem Forschungsprogramm zur Umsetzung der „Agenda 21“, soll projektbegleitende umweltbezogene Forschung gestärkt sowie ein Beitrag zur Verbesserung des Instruments der Umweltverträglichkeitsprüfung geschaffen werden. Wissenschaftliche Projekte werden weiterhin von DFG und DAAD gefördert. DAAD, AvH-Stiftung und eine Reihe weiterer Stiftungen ermöglichen ausländischen Studenten und Gast-

wissenschaftlern den Aufenthalt an deutschen Universitäten und Forschungseinrichtungen. Das BMFT fördert weiter im Rahmen der Programme „Umweltforschung und Umwelttechnik (1989 – 1994)“ auch die Tropen, Subtropen und semi-aride Gebiete betreffende Forschung. Die zweite Phase des eng mit dem BMZ abgestimmten SHIFT-Programms ist in Vorbereitung. Auch das 1993 neu formulierte Meeresforschungsprogramm der Bundesregierung betont die Notwendigkeit des Ausbaues der Kooperation mit Ländern der Dritten Welt.

Stellungnahme

Weltweit besteht ein zunehmender Bedarf an der wissenschaftlichen Bearbeitung sowohl regionaler als auch globaler umweltbezogener Fragen. Diesen Bedarf können Länder mit schwacher Wirtschaftskraft und geringen Forschungskapazitäten nur sehr beschränkt decken. Welchen Beitrag sollte und kann die deutsche Umweltforschung leisten?

Eine Reihe von globalen Fragen der Umweltforschung, wie Wechselwirkungen zwischen Klimazonen und Lebensräumen, lassen sich nicht beantworten, wenn man sich auf Untersuchungen in Deutschland beschränkt. Derartige Problemstellungen, das relativ starke deutsche Engagement in umweltrelevanten Projekten der Entwicklungshilfe sowie die wiederholte Zusage, Deutschland werde einen wichtigen Beitrag zum Schutz tropischer Wälder leisten und bei der Lösung ökologischer Probleme mithelfen, geben Anlaß für eine stärkere Hinwendung der deutschen Umweltforschung zur Dritten Welt. Mit der Unterzeichnung der „Agenda 21“ hat die Bundesrepublik ein Zeichen zur stärkeren Einbindung in ein internationales umweltpolitisches Handeln gesetzt. Hinzu kommt, daß auch der Export von Know-how, von Umweltschutztechnologie sowie umweltangepaßten Industrieanlagen und Produkten (z. B. der Agrarchemie) für Deutschland von Bedeutung ist. In der Regel ist es jedoch nicht mit Technologietransfer getan, vielmehr sind Anpassungen an die komplexen Verhältnisse tropischer Ökosysteme erforderlich. Um das Exportangebot auf die spezifischen Bedingungen und Bedürfnisse der verschiedenen Regionen abzustimmen, ist ein Engagement in der Forschung für diese und in den betreffenden Ländern erforderlich. Gleichzeitig liefert umweltbezogene Forschung im Ausland über die Diagnose hinaus wichtige Beiträge zur internationalen Schutzpolitik.

Umweltforschung außerhalb Deutschlands ist daher aus wissenschaftlichen, wissenschaftspolitischen, umweltpolitischen, entwicklungs-, außen- und wirtschaftspolitischen Gründen wichtig. Ihre Beiträge sollten als integraler Bestandteil der Umweltforschung insgesamt betrachtet werden und an bewährte Traditionen anknüpfen, von vorhandenen Kapazitäten ausgehen und sich am Bedarf orientieren.

Zur Erfüllung dieser Aufgaben fehlen in Deutschland sowohl adäquate Forschungsstrukturen als auch genügend auf dem Gebiet erfahrene Wis-

senschaftler. Den deutschen Aktivitäten mangelt es meist an Kontinuität, geographischer Schwerpunktbildung und interdisziplinärer Vernetzung. Durch eine bessere Koordination auf nationaler Ebene und eine stärkere Einbindung in internationale Programme sind deutliche Synergieeffekte zu erwarten.

Der Aufbau wissenschaftlicher Infrastrukturen in der Dritten Welt ist unentbehrlich für jede auf „sustainable development“ ausgerichteten Entwicklungspolitik, da diese von erfahrenen Wissenschaftlern getragen werden muß. SHIFT ist hierfür ein erfolgversprechender Ansatz, aber der anstehenden Problematik noch nicht angemessen. Dies nicht zuletzt, weil SHIFT und TÖB in ihrer Zielsetzung nur anwendungsorientierte Programme fördern. Angesichts des Innovationsbedarfs besteht ein deutliches Mißverhältnis zwischen den finanziellen Aufwendungen für Umweltschutz – beispielsweise für den Schutz des Regenwaldes – und denjenigen für die diesbezügliche Forschung. Hinzu kommt, daß viele Programme und Projekte der Technischen Zusammenarbeit nur in unzureichendem Maße eine Bestandsaufnahme der systemaren Zusammenhänge oder wissenschaftliche Begleitforschung hinsichtlich der Umweltwirkungen der Maßnahmen vorsehen.

Eine Gesamtübersicht über die für die deutsche Umweltforschung in Regionen außerhalb Europas bereitgestellten Mittel fehlt bisher. Im Verhältnis zu den umweltbezogenen Projekten der wirtschaftlichen Zusammenarbeit mit Ländern der Dritten Welt sind die jeweiligen Forschungsaufwendungen klein, im Beispiel des Tropischen Regenwaldes betragen sie schätzungsweise 5 %. Um die nachhaltige Wirksamkeit dieser Projektaktivitäten zu gewährleisten, sollte der Forschungsanteil an den Gesamtaufwendungen für den Umweltschutz in den Tropen im Rahmen von Projekten der Technischen Zusammenarbeit angemessen erhöht (d. h. im Mittel verdoppelt) werden. Gleichzeitig sollte mehr Freiraum für Forschungskomponenten (auch im Bereich der Grundlagenforschung) in solchen Projekten gewährleistet werden.

Eine Verstärkung der Umweltforschung für Regionen außerhalb Deutschlands muß mit einer entsprechenden Schwerpunktbildung einhergehen. Konzentration auf einzelne vorrangige oder bisher vernachlässigte Themen, Prioritätensetzung und nationale und internationale Koordination sind Voraussetzungen für wissenschaftlich bedeutende Ergebnisse und deren Akzeptanz. Als bisher vernachlässigte Themen können neben der Bevölkerungsproblematik u. a. die Übernutzung von Agrar- und Forst-Ökosystemen und die damit verbundene Bodendegradation sowie die Bedrohung von Küstenzonen beispielhaft genannt werden. Für die umweltbezogene Forschung in der Dritten Welt ist es sehr wichtig, gesellschafts- und sozialwissenschaftlichen Aspekten weit mehr Raum als bisher zu geben, so wie dies z. B. in vielen amerikanischen Projekten realisiert ist. Über eine konkrete Festlegung von thematischen Prioritäten sollte ein Sachverständigengremium gesondert beraten.

Zur Stärkung einer sowohl auf Kontinuität als auch auf Flexibilität ausgerichteten Tropenforschung empfiehlt der Wissenschaftsrat einerseits die Einrichtung mehrerer Zentren in Deutschland mit unterschiedlicher Themenstellung und andererseits die Schaffung zeitlich befristeter Verbundprojekte, die vor Ort intensiv mit einheimischen Wissenschaftlern zusammenarbeiten müssen. Dies ist auch aus wissenschafts- und entwicklungspolitischen Gründen der Einrichtung eines deutschen Tropeninstituts im Ausland vorzuziehen.

Auf einzelne bestehende Institute und Arbeitsgruppen als Kristallisationspunkte aufbauend müssen durch Konsolidierung lebensfähige Zentren mit themengebundenen Schwerpunkten in und an den Universitäten entstehen. Diese Tropenzentren sollten die Kontinuität der Forschung sichern, als nationale und internationale Ansprechpartner dienen und die organisatorische und logistische Basis für Verbundprojekte bilden.

Um die Verzahnung mit der allgemeinen deutschen Umweltforschung sowie die Rückkopplung mit in den Tropen gemachten Erfahrungen zu verbessern, empfiehlt der Wissenschaftsrat einen regen Personalaustausch zwischen den Projekten vor Ort und den Instituten in Deutschland, indem die mit Umweltforschung für die Tropen befaßten Zentren in Deutschland durch eine flexible Personalpolitik dem Stammpersonal phasenweise Arbeitseinsätze in den Tropen ermöglichen und damit zeitweilig Platz für Rückkehrer frei machen. Generell sollte Rückkehrern in größerem Umfang die Möglichkeit gegeben werden, ihre Erfahrungen und Kenntnisse in die hiesige Wissenschaft einfließen zu lassen. Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Umweltforschungsaktivitäten in Deutschland und in der Dritten Welt können darüber hinaus zu einer wesentlichen Bereicherung auch innerhalb Deutschlands führen.

Da Einzelprojekte der Komplexität der Systeme nicht gerecht werden und zu kurzlebig angelegt sind, sollten verstärkt Verbundforschungsprojekte gefördert werden. Wesentliche Erkenntnisse können nur durch langfristig angelegte, multidisziplinäre Vor-Ort-Forschung gewonnen werden. Der Wissenschaftsrat empfiehlt daher die Einrichtung mehrerer Verbundprojekte, die jeweils ca. 15 deutsche Wissenschaftler einbinden und in ihrer Laufzeit auf 10 bis 15 Jahre angelegt sind. Solche Verbundprojekte in spezifischen Regionen und mit Themenfeldern ähnlich den Ökosystemzentren (aber kleiner) bieten die besten Voraussetzungen, um Erkenntnisse über die Zusammenhänge komplexer Systeme vor Ort zu gewinnen. An ihnen sollten sich jeweils Wissenschaftler mehrerer deutscher universitärer sowie außeruniversitärer Institute beteiligen. Neben dem benannten wissenschaftlichen Stammpersonal sollten Doktoranden und Gastwissenschaftler einen wesentlichen Teil der Forschung tragen. Dabei können bestehende nationale und/oder internationale Potentiale geeignete Anknüpfungspunkte darstellen.

Insgesamt fehlt es in Deutschland an integrierten Forschungskonzepten, die sowohl die ministeriellen Aktivitäten als auch diejenigen der For-

schungsförderungseinrichtungen auf dem Gebiet der umweltbezogenen Forschung in den Tropen vereinen. Abhilfe erscheint aber dringend erforderlich, da einerseits auf Anforderungen aus bilateralen und internationalen Programmen in koordinierender Weise reagiert werden muß und andererseits die Gefahr redundanter Forschung besteht. Der Forschungsbedarf der Entwicklungsprojekte des BMZ und die Forschungsvorhaben des BMFT und der Ressortforschung von BML, BMWi und BMU müssen enger abgestimmt werden.

Deutsches Engagement in der Umweltforschung für die Dritte Welt setzt partnerschaftliche Ansätze voraus. In der Forschungszusammenarbeit zwischen Nord und Süd sollte nicht nur die Beteiligung der Partner an der Durchführung und der Verwertung der Ergebnisse selbstverständlich sein, sondern auch das Forschungstraining im weitesten Sinne. Die deutschen Konzepte müssen daher mit den Partnerländern abgestimmt und auf deren Bedürfnisse zugeschnitten werden. Diese Abstimmung ist Voraussetzung für langfristige und erfolgreiche partnerschaftliche Kooperation. Die von Deutschland initiierten, unterstützten und/oder durchgeführten Forschungsvorhaben sind auch in einem gesamteuropäischen Zusammenhang zu sehen. Übergeordnete Fragen sollten im Rahmen von regionalen Forschungsk Kooperationen oder Netzwerken auch im internationalen Verbund bearbeitet werden.

Einige Länder der Dritten Welt entwickeln derzeit eigene umweltpolitische Konzepte. Wegen fehlender Mittel ist es für diese Länder meist nur sehr begrenzt möglich, entsprechende Themenkomplexe mit eigenem wissenschaftlichen Potential zu behandeln. Sie sind daher in besonderer Weise auf Unterstützung und wissenschaftliche Kooperation angewiesen, um auch fremde Forschungsergebnisse an die spezifischen Standortbedingungen anzupassen und in internationalen Forschungsprogrammen mitwirken zu können, vor allem aber um eine eigenständige Umweltpolitik zu entwickeln. Der Qualifizierung des wissenschaftlichen und technischen Personals der Partnerländer in der Dritten Welt wird daher hohe Priorität zukommen.

Die Analyse komplexer Wirkungszusammenhänge und die Entwicklung von Maßnahmen und Programmen zum Schutz der Umwelt verlangt eine internationale Aufgabenteilung im Sinne einer „globalen Forschungsallianz“. Hierfür gibt es bereits gute Ansätze in der Global-Change-Forschung, die verstärkt auch für die umweltbezogene Forschung in den Tropen zu nutzen sind. Forschungsplanung, effiziente Organisation und disziplinen- und länderübergreifendes Management der Forschung ist von großer Bedeutung. Hier sollten verstärkt Anstrengungen zur Einbindung in und Mitgestaltung von internationalen Programmen erfolgen.

Innerhalb der CGIAR wird derzeit die Notwendigkeit und Umsetzbarkeit eines Ansatzes erörtert, der auf der Bildung agrarökologischer Zonen beruht und ein effizientes und nachhaltiges Management der

natürlichen Produktionsgrundlagen auf den Gebieten der Agroforstwirtschaft und der Fischwirtschaft ermöglichen soll. Die Berücksichtigung umweltspezifischer Fragestellungen in der Forschungskonzeption dieser internationalen Agrarforschungszentren sollte von deutscher Seite sowohl über das Instrument der finanziellen Steuerung als auch über die Einbindung in die Strukturüberlegungen des TAC⁶⁷⁾ gestützt werden. Ebenso sollten internationale Gelder z. B. von EU und Weltbank für partnerschaftlich integrierte Forschungsprojekte häufiger genutzt werden.

Lehre und Nachwuchsförderung

Die zunehmende Bedeutung von umweltrelevanten Problemen verlangt eine Schwerpunktbildung in der wissenschaftlichen Ausbildung von einheimischen Studenten und Nachwuchswissenschaftlern im Rahmen der deutschen Umweltforschung in und für Länder der Dritten Welt in Deutschland. Der Wissenschaftsrat empfiehlt dazu, daß an einzelnen deutschen Hochschulen schwerpunktmäßig umweltbezogene Themen für die Tropen auf breiter Basis auch unter Einbeziehung kultur-, wirtschafts- und politikwissenschaftlicher Aspekte gelehrt werden sollen. Dabei bleibt im einzelnen zu entscheiden, wie diese Aus- und Weiterbildung in den Lehrplan einzubauen ist.

Die wissenschaftliche Ausbildung im Bereich der Umweltforschung für die Tropen muß durch Forschungsaktivitäten untermauert werden und Arbeiten vor Ort einschließen. Das „tropenökologische Begleitprogramm“ von GTZ und das SHIFT-Förderprogramm des BMFT sowie das DFG-Schwerpunktprogramm zur tropischen Biodiversität schaffen dabei gute Voraussetzungen für die Einbindung von Doktoranden in Forschungs- und Entwicklungsprojekte. Diese Stipendienprogramme sollten auf Themenfelder außerhalb von GTZ-Projekten bzw. außerhalb von den bisher relativ eng begrenzten Themen terrestrischer Ökologie, Taxonomie und Biogeographie des DFG-Schwerpunktprogramms ausgedehnt werden und neben den Natur- auch die Kulturwissenschaften umfassen. Der Wissenschaftsrat ermutigt die Wissenschaftler, sich auch um die Einrichtung von mindestens einem Graduiertenkolleg zu bemühen, das auf Umweltforschung in den Tropen ausgerichtet ist. Hierbei ist neben dem Disziplinen-Mix auch ein Nationalitäten-Mix sinnvoll.

Um die Umweltforschung und eine eigenständige Umweltpolitik in den Partnerländern zu stützen, sollte die Ausbildung des deutschen Nachwuchses mit der Ausbildung von Wissenschaftlern aus außereuropäischen Regionen eng verzahnt werden. Ebenso wichtig ist die Weiterbildung von dort bereits im Beruf stehenden jüngeren Forschern und Hochschullehrern. Diese Nachwuchskräfte sollten gemeinsam mit deutschen Nachwuchswissenschaftlern an den in Umwelt- und Tropenforschung spezialisierten Universitäten und Tropenzentren sowie an den

67) TAC = Technical Advisory Committee der CGIAR.

Ökosystemzentren vor Ort fortgebildet werden und gemeinsam in ausgewählten Forschungsprojekten in den Tropen arbeiten. Diese Projekte sind gleichsam „Lehrwerkstätten“, in denen sich auch Professoren der Universitäten an der Betreuung der Nachwuchswissenschaftler verschiedener Nationalitäten beteiligen sollten. Vertraglich fixierte Universitätspartnerschaften sind geeignet, diesen Prozeß zu befördern.

Stellungnahme
zur Umweltforschung in Deutschland

Teil B:
Strukturelle Aspekte der Umweltforschung
und ihrer Förderung

B: Strukturelle Aspekte der Umweltforschung und ihrer Förderung

I. Umfang der Förderung der Umweltforschung und ihre Finanzierung

Der finanzielle Aufwand von Bund und Ländern für FuE auf dem Gebiet der Umweltforschung wird im Bundesbericht Forschung für 1992 auf rund 1,180 Milliarden DM geschätzt. Bei der Bewertung dieser Angaben ist zu berücksichtigen, daß sich die Umweltforschung nicht trennscharf von anderen Forschungsgebieten, insbesondere den disziplinär definierten, abgrenzen läßt und die Meeres- und Polarforschung (1992 rd. 274 Millionen DM) als separate Förderbereiche behandelt werden. Der Betrag schließt die institutionelle Förderung von Forschungsinstituten außerhalb der Hochschulen (ohne MPG) ebenso ein wie die Mittel für Forschungsprojekte in Hochschulen, Forschungsinstituten und Firmen. Dagegen sind die schwer quantifizierbaren anteiligen Aufwendungen für die Grundausstattung der Hochschulen und die Grundfinanzierung der MPG nicht erfaßt.

Der Bund hat 1992 993 Millionen DM für die Umweltforschung ausgegeben, davon entfallen 646 Millionen DM auf das BMFT, 166 Millionen DM auf das BMU und 180 Millionen DM auf die übrigen Ressorts.¹⁾ Seit 1985 hat sich das Finanzvolumen des Bundes für die Umweltforschung in konstanten Preisen um 32 % erhöht.²⁾

Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT)

Die Ausgaben des BMFT für die Umweltforschung für 1992 verteilen sich auf:

institutionelle Förderung	303 Mio DM*)
direkte Projektförderung	343 Mio DM
<hr/>	
Umweltforschung insgesamt	646 Mio DM

*) Einschl. GFE, ohne MPG.

1) Der Bund fördert die Umweltforschung ferner durch seinen Beitrag zur Grundfinanzierung von MPG, FhG und DFG sowie indirekt durch die Mitfinanzierung der Investitionen nach dem Hochschulbauförderungsgesetz.

2) Eine Bewertung dieser Steigerungsrate hat zu berücksichtigen, daß die Angaben ab 1991 die neuen Länder einschließen. – Deflationiert mit dem Preisindex für den Staatsverbrauch.

Nach Gebieten differenziert ergibt sich folgende Verteilung:

Ökologische Forschung	221 Mio DM
Umwelttechnologien	256 Mio DM
Klima- u. Atmosphärenforschung	168 Mio DM
<hr/>	
Umweltforschung insgesamt	646 Mio DM

Die institutionelle Förderung betraf vor der Wiedervereinigung vor allem die Großforschungseinrichtungen und einzelne Institute der Blauen Liste und der MPG. Nachdem in den neuen Ländern neben dem speziell für Aufgaben der Umweltforschung geschaffenen Umweltforschungszentrum Leipzig/Halle (UFZ), einer Großforschungseinrichtung, auch mehrere in der Umweltforschung tätige Blaue Liste-Institute gegründet wurden, fließt jetzt ein größerer Teil der institutionellen Förderung in diesen Sektor.

Für die Umweltforschung ist die Förderung von Verbundprojekten und Einzelvorhaben durch das BMFT von großer Bedeutung. Die Hälfte der 338 Millionen DM Fördermittel des BMFT für FuE-Projekte waren 1991 für Umwelttechnologien bestimmt (siehe Übersicht 1). Rund 39 % aller FuE-Projekte gingen an Kommunen, kommunale Unternehmen (insbesondere Wasser- und Abwasserverbände), Ingenieurbüros und Firmen. Die meisten gingen an Hochschulen (32 %), öffentlich geförderte Forschungsinstitute außerhalb der Hochschulen (18 %) sowie an Einrichtungen der Ressortforschung, Ämter u. ä. (11 %).

Übersicht 1:

Fördermittel des BMFT für FuE-Projekte in der Umweltforschung 1991 nach Empfängern

Empfänger der BMFT-Projektmittel	Betrag in Mio DM
Hochschulen	108
Großforschungseinrichtungen ¹⁾	27
Fraunhofer-Institute ¹⁾	13
Max-Planck-Institute	7
Blaue Liste-Institute ¹⁾	2
andere öffentl. geförderte Einrichtungen ²⁾	13
Ressortforschung u. ä., Bund	14
Ressortforschung u. ä., Länder	24
Kommunen und kommunale Gesellschaften	40
Privatwirtschaftliche Einrichtungen ³⁾	92
Summe	<hr/> 3384)

1) Einschließlich Vorgängereinrichtungen in den neuen Ländern.

2) Darunter 3 Mio DM an Akademien der Wissenschaften.

3) Darunter Ingenieurbüros und Forschungseinrichtungen in privater Trägerschaft.

4) Abweichungen durch Rundungsdifferenzen.

Quelle: Eigene Auswertung nach BMFT, Förderungskatalog 1991.

In der Umweltforschung fördert das BMFT vor allem:

- Klimaforschung (Klimarechenzentrum, EUROTRAC, AGF-Forschungsverbund „Umweltvorsorge“, Schwerpunkt Chemie und Transport von Spurenstoffen in der Atmosphäre, Verbundforschungsprojekt SANA, Ozonforschung),
- Gewässerforschung (AGF-Forschungsverbund „Umweltvorsorge“, Schwerpunkt „Belastung der Gewässer – Trends, Prognosen, Sanierungskonzepte“, Gemeinschaftsprojekt „Standortgerechte Bewertung chemischer Bodenbelastung“),
- Meeresforschung, Meerestechnik und Polarforschung (insbesondere in den Großforschungseinrichtungen und Instituten der Blauen Liste),
- Waldschadensforschung,
- Ökosystemforschung (insbesondere in den Ökosystemforschungszentren und im AGF-Forschungsverbund „Umweltvorsorge“).

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)

Das BMU (1992 166 Mio DM Ausgaben für Umwelt-FuE) fördert i. d. R. über das Umweltbundesamt, das selbst keine Forschung betreibt, eine große Zahl von Einzelprojekten u. a. zur Umweltbeobachtung (z. B. Informationssysteme), zur Ökosystemforschung in Biosphärenreservaten (Nationalparks Wattenmeer, Bayerischer Wald, Schorfheide-Chorin), zur Naturschutzforschung und zur Strahlenforschung. Seit der deutschen Vereinigung bilden die Umweltprobleme in den neuen Ländern einen Schwerpunkt der Ressortforschung. Institutionelle Förderung erhalten das Bundesamt für Naturschutz, Bad Godesberg, und das Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter. Mit der Umweltprobenbank des Bundes in Jülich und Münster finanziert das BMU ferner eine Serviceeinrichtung für die Umweltforschung.

Übrige Ressorts des Bundes

Das Bundesministerium für Verkehr (BMV) (1992 68 Mio DM für Umwelt-FuE) finanziert mit dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) und dem Deutschen Wetterdienst (DWD) zwei Institutionen, zu deren Aufgaben auch die Forschung zählt, u. a. die Atmosphärenchemie beim DWD und das Monitoring der Nord- und Ostsee beim BSH.

Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BML) (1992 26,5 Mio DM Umwelt-FuE) fördert in erster Linie in den angeschlossenen Bundesforschungsanstalten (vgl. Kapitel B. II. 6.) FuE

zu Bodenschutz, Waldschäden, Resistenzzüchtung und Landschaftsentwicklung.³⁾ Mit dem Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF in Müncheberg/Brandenburg) fördert der BML seit 1992 gemeinsam mit dem Land Brandenburg ein speziell auf agrarische Umweltforschung ausgerichtetes Blaue-Liste-Institut.

Das Bundesministerium für Gesundheit (BMG) (1992 34 Mio DM Umwelt-FuE)⁴⁾ fördert in den Instituten des Bundesgesundheitsamtes – vor allem im Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene – Arbeiten zur Umwelthygiene, Toxikologie, Epidemiologie und anderen medizinischen Gebieten mit Bezug zur Umwelt.

Das Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi) (1992 51,9 Mio DM Umwelt-FuE) fördert in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) u. a. Arbeiten zu Grundwasser- und Bodenschutz, zu Geo-Informationssystemen und zur Paläo-Umweltforschung. Die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung arbeitet u. a. auf dem Gebiet Altlasten und Deponietechnik.

Das Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft (BMBW) (1992 rund 12 Mio DM) fördert Forschungs- und Modellvorhaben zur Umweltbildung im sekundären und tertiären Bildungsbereich.

Das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit (BMZ) fördert in kleinem Umfang Begleituntersuchungen im Rahmen von Entwicklungshilfeprojekten.

Länder

Die Länder fördern die Umweltforschung in erster Linie indirekt über die Grundausstattung der Hochschulen, den Länderbeitrag zur institutionellen Finanzierung der von Bund und Ländern gemeinsam getragenen Forschungsinstitute sowie ihren Beitrag zur Finanzierung der DFG. Einzelne Länder haben Förderprogramme zur Unterstützung der Hochschulforschung eingerichtet, aus denen auch Umweltforschungsprojekte finanziert werden können. In Rheinland-Pfalz z. B. fördert das Wissenschaftsministerium aus einem zentralen Haushaltskapitel „Neue Technologien und Umwelt“ u. a. Schwerpunkte der Umweltforschung an Universitäten und Fachhochschulen. Entsprechende Programme mit einem Schwerpunkt Umweltforschung gibt es auch in Hessen und Sachsen. Darüber hinaus haben einige Länder spezifische Umweltforschungsprogramme⁵⁾ aufgelegt, aus denen Projekte in Forschungsinsti-

3) Die vom BML im Rahmen des Förderprogramms „Nachwachsende Rohstoffe“ unterstützten Arbeiten werden hier nicht in die Definition des Begriffs Umweltforschung einbezogen.

4) Die übrigen FuE-Ausgaben des BMG sind anderen Förderbereichen, insbesondere der Gesundheitsforschung zugeordnet. Vgl. hierzu ebenfalls die Aussagen zur Abgrenzung der Umweltforschung auf S. 2.

5) Für einen Überblick über forschungsbezogene Länderprogramme, die überwiegend von den für Umweltschutz zu ständigen Länderministerien ausgehen. Vgl. Umweltbundesamt: Umweltforschungsbericht 1990-1993, Berlin 1993.

tuten, Landesanstalten und Hochschulen finanziert werden. Beispiele sind die Bayerischen Landesprogramme (Forschungsverbände) Bay-FORKLIM zur Klima- und Waldschadensforschung und BayFORREST zur Reststoffverwertung und Abfallforschung, das Bodenschutzprogramm des Landes Berlin und die Förderprogramme des Landes Baden-Württemberg PEF, PWAB, PAÖ und PUG (siehe Kapitel C.). Auch Sachsen-Anhalt fördert im Rahmen eines speziellen Umweltforschungsförderprogramms FuE-Projekte an Hochschulen und Forschungsinstituten. Diese Aufgabe hat auch das vom Umweltministerium des Landes Brandenburg gegründete Umweltforschungszentrum, das neben Koordinierungs- und Beratungsaufgaben auch FuE-Projekte an Hochschulen und Forschungsinstituten fördert. 1993 wurde auf Initiative der Umweltminister-Konferenz Nord (Bremen, Hamburg, Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein) gemeinsam mit dem BMFT ein neues Bund-Länder-Programm (Verbundforschung) zur Klimawirkungsforschung aufgelegt. Dieses Programm versucht, den Zusammenhang von Klimaänderung und Küste durch Untersuchungen von terrestrischen und küstennahen Ökosystemen aufzuklären.

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Die DFG mit ihrem breiten Angebot an Förderinstrumenten ist generell der wichtigste Drittmittelgeber für die Hochschulforschung.⁶⁾ Dies gilt für spezifische Umweltforschungsvorhaben, die besonders von Bundes- und Landesministerien gefördert werden, nicht in gleichem Maße. 1992 hat die DFG im Rahmen ihrer Förderinstrumente 69 Millionen DM für explizit umweltrelevante Vorhaben bewilligt, die ganz überwiegend in die Hochschulen fließen. Gemessen an der Summe aller Bewilligungen ist dies ein Anteil von rd. 5 %.⁷⁾ Bei derartigen Statistiken ist jedoch zu beachten, daß die Umweltforschung kein eigener Wissenschaftsbereich neben den Geistes-, Bio-, Natur- und Ingenieurwissenschaften ist, sondern Bestandteil dieser Bereiche. Der Beitrag der DFG zur Umweltforschung im weiteren Sinne, d. h. einschließlich der Grundlagenforschung mit mittelbarer Umweltrelevanz, ist daher umfangreicher als der im Jahresbericht angegebene.

Da Umweltforschung in besonderem Maße Interdisziplinarität erfordert, wird sie zunehmend im Rahmen der fachübergreifend orientierten Förderinstrumente Schwerpunktprogramm, Forschergruppe, Sonderforschungsbereich und Graduiertenkolleg gefördert. Thematisch überwiegen dabei Untersuchungen zur Ökosystemforschung einschl. Waldschadensforschung, zu geowissenschaftlichen Fragestellungen, zu umweltgerechter Agrarwirtschaft sowie zu Analytik, Ausbreitung und zum Abbau von Schadstoffen in Wasser, Böden und Flußsedimenten. Eine zu-

6) 37 % aller von den Hochschulen und ihren Mitgliedern eingeworbenen Drittmittel stammen von der DFG. Vgl. hierzu Wissenschaftsrat: Drittmittel an Hochschulen 1970 bis 1990, Köln 1993.

7) Deutsche Forschungsgemeinschaft: Jahresbericht 1992, Bd. 1., Bonn 1992, S. 145.

nehmende Förderung erfahren Untersuchungen zur Energie- und Umwelttechnik, zur Optimierung von Verbrennungsprozessen und -techniken, zur Boden- und Abfallbehandlung sowie zur Abfall- und Schadstoffverminderung. Eine Reihe von größeren Gemeinschaftsvorhaben ist Stoffkreisläufen in der Umwelt gewidmet, von globalen Kreisläufen im System Erde über Stoffkreisläufe in den Ozeanen, in ökologischen Systemen, Wasser und Böden bis hin zu Stoffströmen und dem Wiederverwerten von Werkstoffen im Rahmen einer modernen Stoffkreislaufwirtschaft. Eine Steigerung der Förderung erfuhr die Umweltforschung 1993 durch die Einrichtung von vier neuen Schwerpunktprogrammen (siehe B. IV. 2.).

Zu den Aufgaben des Senatsausschusses für Umweltforschung gehören die Erfassung und Präzisierung von Umweltproblemen, ihre wissenschaftliche Betrachtung, die Kommentierung nationaler und internationaler Umweltforschungsprogramme hinsichtlich einer möglichen Beteiligung der DFG und die Empfehlung zur Einrichtung von Förderungsmaßnahmen. Ein Arbeitsschwerpunkt ist die koordinierende und fachlich beratende Begleitung der nationalen und internationalen Programme auf dem Gebiet der globalen Umweltveränderungen.

Die Arbeit der Senatskommissionen zur Beurteilung der gesundheitlichen Unbedenklichkeit von Lebensmitteln, von Stoffen in der Landwirtschaft und von gesundheitsschädlichen Arbeitsstoffen ist für die Umweltforschung, die Diskussion und Anregung von Forschungsbedarf sowie für die Beratung von Parlament und Behörden von Bedeutung.

Stiftungen

Ziel der 1991 gegründeten Deutschen Bundesstiftung Umwelt ist insbesondere die Förderung von Aktivitäten im Bereich von Entwicklung und Innovation, welche die Produktion und ihre Ergebnisse vor allem in kleineren und mittleren Unternehmen in eine umwelt- und gesundheitsfreundliche Richtung bringen. Von den jährlich rd. 180 Millionen DM Fördermitteln verwendet die Stiftung rd. ein Drittel für anwendungsorientierte FuE-Vorhaben, die vielfach als Verbundprojekte gemeinsam von Hochschulen oder Forschungsinstituten und Unternehmen durchgeführt werden. Ein regionaler Schwerpunkt ihrer Aktivitäten liegt vorerst in den neuen Ländern. Im Rahmen eines Anfang 1991 in Gang gesetzten „Sofortprogramms Neue Bundesländer“ hat die Stiftung für 1992-1994 ein Stipendienprogramm zur Förderung von 100 Nachwuchswissenschaftlern aufgelegt, mit dem Doktoranden und Postdoktoranden für weiterführende Forschungsarbeiten auf dem Gebiet des Umweltschutzes gefördert werden. Des weiteren werden u. a. der Aufbau von Umweltbildungseinrichtungen (z. B. Informationszentren in Biosphärenschutzgebieten, die Erstellung von Umweltkatastern, Modellvorhaben zum Schutz und Bewahrung umweltgeschädigter Kulturgüter) und FuE-Vorhaben in der Umwelttechnik gefördert. Ferner richtet die Stif-

tung in den neuen Ländern jeweils eine Stiftungsprofessur mit Ausstattung für fünf Jahre ein.

Die Volkswagen-Stiftung fördert u. a. im Rahmen des Schwerpunkt-Programms „Umwelt als knappes Gut: Steuerungsverfahren und Anreize zu Schadstoff- und Abfallverringerung“ mehrjährige Projekte (Fördervolumen 1991 4,2 Mio DM). Ein Charakteristikum dieses Schwerpunkt-Programms ist der interdisziplinäre Dialog zwischen den Natur- und Ingenieurwissenschaften einerseits und den Gesellschaftswissenschaften andererseits. Neu eingerichtet wurde der Schwerpunkt „Modellierung komplexer Systeme der Verfahrenstechnik“, der darauf abzielt, Stoffe bestimmter Eigenschaften und Qualität fast ohne Umweltbelastungen zu erzeugen.

Umweltbezogene FuE-Projekte werden auch von anderen Stiftungen (u. a. Fritz-Thyssen-Stiftung) und vom Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft (z. B. Sonderprogramm Naturschutzforschung, mit dem der Aufbau von Forschung und Lehre in „Wissenschaftlichem Naturschutz“ am Fachbereich Biologie der Universität Marburg gefördert wird) finanziert. Die von der Gottlieb-Daimler- und Karl-Benz-Stiftung geförderten FuE-Projekte, Ladenburger Gespräche und Diskurse (z. B. zum Thema Umweltstaat, Lebensraum Stadt oder Mehr Ökologie durch Ökonomie?) dienen der Kommunikation zwischen den Disziplinen und der interdisziplinären Behandlung der „Wechselbeziehungen zwischen Mensch, Umwelt und Technik“. Im Kolleg arbeiten die Wissenschaftler in ihren jeweiligen Institutionen einzeln, aber abgestimmt zu einem Themenschwerpunkt und kommen regelmäßig zu gemeinsamen Arbeitstreffen zusammen.

Industrieforschung

Umweltforschung findet in großem Umfang in den FuE-Abteilungen von Industrieunternehmen statt, die auf einer Reihe von Fachgebieten in Forschungsvereinigungen und Verbänden mit angeschlossenen Instituten zusammenarbeiten. Außerdem fördert das BMWi über die AIF umweltrelevante Projekte der Forschungsvereinigungen. Umweltrelevante FuE-Vorhaben der Industrie sind insbesondere auf den Gebieten Umwelttechnik, Pflanzenschutz und Pharmazie zu nennen. Diese teilweise durch öffentliche Mittel mitfinanzierten FuE-Arbeiten der Industrie (vgl. Übersicht 1) sind nicht Gegenstand dieser Stellungnahme.

Private Forschungsinstitute

In der Umweltforschung engagieren sich mehrere private, gemeinwirtschaftlich arbeitende Institute, die in starkem Maße auf Information der Öffentlichkeit ausgerichtet sind. Ihre Arbeit hat wesentlichen Anteil am veränderten Umweltbewußtsein der Gesellschaft. Die Institute, die sich mit ihrer FuE-Arbeit für die Umwelt engagieren, finanzieren ihre Arbeit aus privaten Beiträgen, Spenden sowie durch Aufträge Dritter. Die Ar-

beit dieser privaten Umweltinstitute, die auch FuE-Vorhaben durchführen, ist nicht Gegenstand dieser Stellungnahme.

II. Zur Umweltforschung in den einzelnen Sektoren der Forschungslandschaft

II. 1. Einleitung

Im institutionell differenzierten deutschen Forschungssystem sind die Hochschulen auf den meisten Gebieten wichtige, häufig die wichtigsten Stätten der Forschung.⁸⁾ Für die Umweltforschung gilt dies nicht. Vielmehr sind die außeruniversitären Institute in der Umweltforschung vielfach so bedeutend, daß die üblicherweise bemühte Formel von der „Subsidiarität der hochschulfreien Forschung“ hier nicht zutrifft. Auf verschiedenen Gebieten der Umweltforschung (Meeresforschung, Polarforschung, Klima- und Atmosphärenforschung, Binnengewässerforschung) dominiert die hochschulexterne Forschung. Der hohe Mittelaufwand für Großgeräte und langfristige Meß- und Analyseprogramme, die Anforderungen an das Forschungsmanagement, aber auch die unterschiedliche Zuständigkeit für Trägerschaft und Finanzierung der Forschungsinstitute veranlaßt den Bund, längerfristige Forschungsprogramme eher an den hochschulexternen Forschungsinstituten als an den Hochschulen zu finanzieren. Hinzu kommen strukturelle Schwierigkeiten, in den disziplinär, vielfach nach einzelnen Lehrstühlen organisierten Hochschulen, entsprechende Ressourcenwidmungen und Kooperationen zugunsten von interdisziplinären Schwerpunkten und ggf. staatlich vorgegebenen Forschungsprogrammen vorzunehmen und für einen längeren Zeitraum festzuschreiben. Hohe Lehrbelastungen und eine unzureichende Grundausstattung tun ein übriges, um die Hochschulen für manche engagierte Forscher unattraktiv zu machen. Außeruniversitäre Institute bieten in vielen Fällen eine bessere Ausstattung mit Personal- und Sachmitteln und damit bessere Arbeitsbedingungen für die Umweltforschung.

In den nachfolgenden Abschnitten werden generelle Eindrücke zur Entwicklung der Umweltforschung in den einzelnen Sektoren der deutschen Forschungslandschaft, zu Problemen und Defiziten ihrer Organisation und Förderung referiert und Empfehlungen dazu formuliert. Dabei werden primär Gesichtspunkte umweltrelevanter Forschung an Universitäten und deren Einordnung in das Gesamtsystem der deutschen Umweltforschung behandelt. Ergänzend erfolgt eine Betrachtung der außeruniversitären Einrichtungen unter übergeordneten Gesichtspunkten. Auf sie wird in den Länderteilen detaillierter eingegangen.

8) Für einen knappen Abriss der Entwicklungsgeschichte der differenzierten Forschungslandschaft in Deutschland siehe Wissenschaftsrat: Empfehlungen zur Zusammenarbeit von Großforschungseinrichtungen und Hochschulen, Köln 1991, S. 7-12.

II. 2. Universitäten

Für die Universitäten ist die enge Verschränkung von Forschung und Lehre charakteristisch. Im Vordergrund des nachfolgenden Kapitels steht die Forschung, mit der Lehre befaßt sich Kapitel VI.

An den Universitäten werden Grundlagen- und anwendungsorientierte Forschungsthemen auf einer Vielzahl von Gebieten bearbeitet, die durch das Spektrum der jeweils vorhandenen Fakultäten und Fachgebiete und die Forschungsinteressen ihrer Mitglieder bestimmt sind. In vielen Fachgebieten befassen sich die Universitäten auch mit Themen, die eine unmittelbare oder mittelbare Umweltrelevanz haben. In einigen Fällen haben sich Fachgebiete einzeln oder zusammen auf Themen der Umweltforschung ausgerichtet und bilden einen entsprechenden Schwerpunkt. Der Wissenschaftsrat hat den Eindruck gewonnen, daß die Universitäten auf vielen Fachgebieten einen größeren Beitrag zur Umweltforschung leisten könnten und sollten, ohne daß dies zu einer für alle Fachgebiete und Universitäten gleichermaßen vorrangigen Aufgabe werden muß. Für eine Stärkung der Position der Universitäten in der Umweltforschung spricht das dort vorhandene, breit gefächerte Potential in der Grundlagen- ebenso wie in der anwendungsorientierten Forschung und die nur an Hochschulen mögliche rasche Integration von Forschungsergebnissen in die Lehre. Für die Lösung von Umweltproblemen ist es wichtig, daß die Ergebnisse der Umweltforschung rasch Eingang in die Lehre möglichst vieler Disziplinen finden und über die jährlich die Hochschulen in großer Zahl verlassenden Absolventen zu den Anwendern in der Praxis transferiert werden. Für die Umweltforschung gilt wie für alle anderen Forschungsbereiche, daß einer der wirksamsten Wege des Technologietransfers der „Transfer über die Köpfe“ der Absolventen ist. Für diesen Transfer sind die Hochschulen besser geeignet als außeruniversitäre Forschungsinstitute mit i. d. R. überwiegend auf Dauer beschäftigten Wissenschaftlern. Die Lehre, die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses und der rasche Transfer von Wissen in die Praxis sind die wichtigsten Argumente für die Stärkung der Umweltforschung in den Hochschulen.

Für ein komplexes Forschungsgebiet wie die Umweltforschung sind die Universitäten dank ihres breiten Fächerspektrums potentiell im Vorteil gegenüber außeruniversitären Forschungsinstituten, deren Möglichkeiten zur disziplinübergreifenden Bearbeitung von Themen eingeschränkt sind. Ein weiterer gewichtiger Vorteil für die Universitätsforschung liegt im hohen Anteil von zeitlich befristeten Stellen für Nachwuchswissenschaftler. Die große Zahl von hoch motivierten Examenskandidaten trägt wesentlich zur Leistungsfähigkeit der Hochschulforschung bei. Begründet mit der Funktion, dem wissenschaftlichen Nachwuchs Möglichkeiten zur Promotion und Habilitation zu eröffnen, erlaubt diese Personalstruktur eine permanente Erneuerung des Bestandes an Wissenschaftlern und ermöglicht damit auch thematisch eine große Flexibilität. Diese Personalstruktur hat jedoch auch Nachteile. In vielen Instituten

fehlen Dauerstellen für promovierte Wissenschaftler sowie Stellen für technisches Personal, so daß die für längerfristige Forschungsprojekte notwendige Kontinuität nicht gewährleistet werden kann.

Für Erkenntnisfortschritte in den Umweltwissenschaften sind nicht nur spezialisierte disziplinäre Forschungsarbeiten notwendig, sondern auch interdisziplinäre Konzepte und Lösungswege, für die eine Zusammenarbeit verschiedener Disziplinen erforderlich ist. Hier tun sich die Universitäten vielfach schwer und potentielle Vorteile der Universitäten kommen nicht zum Tragen. Schwächen der Universitäten, die einem größeren Engagement in der Umweltforschung und einer Übernahme großer komplexer Projekte entgegenstehen, lassen sich auf folgende Faktoren zurückführen:

- In einer Reihe von Fachgebieten, die sich mit Umweltthemen befassen, ist der Umfang der Lehraufgaben außerordentlich hoch, weil die entsprechenden Studiengänge und Fachgebiete von den Studenten stark nachgefragt werden und die Ausstattung mit Personal- und Sachmitteln damit nicht Schritt gehalten hat.
- Die Organisation der Universitäten in disziplinär ausgerichtete Fakultäten/Fachbereiche und Institute erschwert größere interdisziplinäre Forschungsprojekte.
- Die weitgehend festliegende Verteilung der knappen Grundausstattung auf Institute und Lehrstühle, die Autonomie der Professoren, die Entscheidungsschwäche der Kollegialorgane und die geringen Befugnisse von Hochschulleitung, Senat und Dekanen auf die Ressourcenverteilung schränken die Möglichkeiten zur Konzentration der Kräfte in Form von Forschungsschwerpunkten ein, die für eine erfolgreiche Umweltforschung vielfach notwendig sind.
- Die vorherrschende Form der Drittmittelförderung in Gestalt von kurzfristigen Einzelprojekten, in der Regel Dissertationsvorhaben, 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. Die Kommission Grundlagenforschung beim BMFT hat darauf hingewiesen, daß „... noch immer die Gefahr besteht, daß Spitzenwissenschaftler zu sehr vor diesem Forschungsfeld zurückscheuen, aus Sorge, mit manchmal wenig kompetenter Forschung identifiziert zu werden“.⁹⁾ Dieser Eindruck

⁹⁾ Kommission Grundlagenforschung: Förderung der Grundlagenforschung durch den BMFT, Bonn 1991, S. 33.

hat sich beim Besuch in den Universitäten bestätigt. Auch wenn sich Gegenbeispiele anführen lassen, werden Themen der Umweltforschung und hierfür angemessene methodische Ansätze in manchen Disziplinen noch nicht als etabliert angesehen. In Einzelfällen gilt es geradezu als karriereschädlich, wenn sich Nachwuchswissenschaftler mit Themen aus der Umweltforschung beschäftigen und sich in interdisziplinären Vorhaben engagieren.

- Die seit dem Ende der 70er Jahre in vielen Universitätsinstituten stagnierende, in manchen rückläufige Grundausstattung erschwert Investitionen (einschließlich der Ersatzinvestitionen) in Gebäude, Geräte und Versuchsanlagen. Für die naturwissenschaftlich-technische Umweltforschung, die auf eine teure Ausstattung mit Geräten und Versuchsanlagen angewiesen ist, liegt hier ein struktureller Nachteil im Vergleich zu außeruniversitären Instituten, die in der Regel über eine bessere Grundausstattung verfügen.

Das Bild der Umweltforschung, das der Wissenschaftsrat an den Universitäten vorgefunden hat, war oft unbefriedigend. Die wenigen interdisziplinären Schwerpunkte und die vielen disziplinären Einzelprojekte, die zumeist von einzelnen engagierten Professoren und einer größeren Zahl von motivierten und qualifizierten Nachwuchswissenschaftlern getragen werden, können die Tatsache nicht überdecken, daß viele Universitäten, vor allem große etablierte, ihr Potential an disziplinärer, wissenschaftlicher Kompetenz nur wenig für Fragen der Umweltforschung einsetzen. Der von den Universitäten häufig für sich reklamierte Dialog der Disziplinen und deren Einbettung in interdisziplinäre Forschungsprogramme findet nur selten statt. Insgesamt bleiben die Universitäten hinter ihren Möglichkeiten und auch hinter den Erwartungen und Forderungen ihrer Studenten und Doktoranden zurück, die in Forschung und Lehre nach einem entsprechenden Profil ihrer Hochschule und ihres Faches verlangen. Auch die Gesellschaft erwartet in dieser Hinsicht von den Universitäten mehr, als diese leisten bzw. aufgrund der im vorhergehenden Abschnitt geschilderten Umstände zu leisten in der Lage sind.

Die gängige Folge der geschilderten Schwierigkeiten an den Universitäten ist die Übertragung größerer Umweltforschungsprojekte an außeruniversitäre Institute (vgl. Kapitel II. 4. und II. 5.). Des weiteren werden von Universitätsprofessoren für anwendungsnahe FuE-Gebiete An-Institute gegründet, die mehr oder weniger intensiv mit den Hochschulen kooperieren, aber organisatorisch und finanziell unabhängig sind. Dieser Entwicklung, die bisweilen auch überspitzt mit „Auswandern der Forschung aus den Hochschulen“ bezeichnet wird, stehen seit einigen Jahren auch Beispiele größerer Umweltforschungsprojekte in den Hochschulen gegenüber, z. B. die Ökosystemforschungszentren, Sonderforschungsbereiche und Graduiertenkollegs, die mit Erfolg an den Hochschulen oder in enger Kooperation von Hochschulen und Forschungsinstituten errichtet wurden. Erst die Zusage des BMFT, für län-

gere Zeit gezielt Drittmittel in erheblichem Umfang zu gewähren, hat diese Schwerpunktbildung möglich gemacht.

Die disziplinäre Forschung in den herkömmlichen Universitätsstrukturen ist eine wichtige Voraussetzung für den Erkenntnisfortschritt. Für eine leistungsfähige Umweltforschung sind jedoch außerdem disziplinübergreifende Ansätze und Forschungsstrukturen erforderlich. Die Erfahrung zeigt, daß leistungsfähige, disziplinübergreifende Umweltforschung an den Hochschulen nach spezifischen institutionellen Vorkehrungen verlangt, die in der Regel nur im Verein mit einer entsprechenden strukturbildenden längerfristigen Drittmittelförderung erreicht werden können. Ohne gezielte strukturwirksame Maßnahmen, die zu gemeinhin an den Universitäten unüblichen Arbeitsgemeinschaften, Zentren, Zentralinstituten, aber auch zu Sonderforschungsbereichen und Graduiertenkollegs führen, bleibt die Umweltforschung an den Hochschulen in der Regel kurzfristig angelegte disziplinäre Einzelforschung.

Die Universitäten reagieren auf die finanziellen und strukturellen Erschwernisse, die einer leistungsfähigen Umweltforschung entgegenstehen, auf verschiedene Weise. Manche Universitäten bemühen sich um die Bildung von Schwerpunkten, indem sie gezielt ihre Wissenschaftler bei der Einwerbung von Drittmitteln unterstützen und die Einrichtung von Sonderforschungsbereichen, Graduiertenkollegs, Ökosystemforschungszentren oder Forschergruppen fördern. Als Anreize dienen spezielle hochschulinterne Forschungsförderungsmittel, gezielte Ressourcenverlagerungen zugunsten solcher Schwerpunkte (z. B. im Rahmen von Neuberufungen) oder die Einrichtung von Arbeitsgemeinschaften, Zentren oder Instituten für Umweltforschung.

Ziel der Hochschul- und Forschungspolitik sollte es sein, die Umweltforschung stärker in den Hochschulen zu verankern und damit auch die Basis zu legen, daß das Umweltthema in die Lehre integriert und qualifiziert behandelt werden kann. Hierzu bedarf es einer größeren Aufgeschlossenheit der Hochschulen für dieses Thema, einer gezielten Ausrichtung der betroffenen Fächer und einer Schwerpunktsetzung für ausgewählte Themen der Umweltforschung. Der Wissenschaftsrat empfiehlt den Universitäten, sich dieser Aufgabe anzunehmen und zu versuchen, der Ort für einen wissenschaftlich basierten Diskurs über die Umwelt und ihren Schutz, Umweltverhalten und Umweltpolitik zu werden. Entsprechende inneruniversitäre Prozesse und Entscheidungen über Ressourcenverteilungen, Berufungen, Studiengänge etc. verlangen nach Anregungen, Förderung und nach Führung durch die Leitungen der Hochschulen und ihrer Fakultäten.

Angesprochen sind jedoch keineswegs nur die Hochschulen, sondern ebenso die wissenschaftlichen Fachgesellschaften, die von der Wissenschaft weitgehend autonom gesteuerten Forschungsförderungsorganisationen und der Staat. Bund und Länder müssen zusammen mit den

Hochschulen nach Wegen suchen, die für die Forschung und speziell für die interdisziplinäre Umweltforschung widrigen Bedingungen in den Hochschulen zu beseitigen. Dies betrifft vor allem

- Mängel in der Grundausstattung,
- die zur Dauerlast gewordene Überlast in den von Studenten seit Jahren stark nachgefragten umweltbezogenen Fächern,
- Prüfungsordnungen, die das Thema Umwelt vernachlässigen und
- die Verfassung der Hochschulen, die zur weitgehenden Ohnmacht der Hochschulleitungen und Dekane führt und eine gezielte Konzentration der Ressourcen z. B. für die Umweltforschung erschwert.

Für die Forschungsförderung empfiehlt der Wissenschaftsrat, drei Strategien verstärkt zu verfolgen:

- (1) Über gezielte strukturbildende Instrumente der Drittmittelförderung sollten für längere Zeit, jedoch nicht auf Dauer, Schwerpunkte in der Umweltforschung angeregt und finanziert werden. – Für weitere Ausführungen siehe Kapitel IV.
- (2) Die Hochschulen selbst sollten auf Teilgebieten der Umweltforschung eine Konzentration ihrer Grundausstattung vornehmen und Arbeitsgemeinschaften, Zentren u. ä. bilden. In diesem Sinne fördern mehrere Länder die Bildung der zumeist durch erhebliche Drittmittel finanzierten Schwerpunkte durch die Finanzierung vorbereitender Maßnahmen und eine gezielte Verbesserung der Grundausstattung aus Zentralmitteln der Wissenschaftsministerien. – Für weitere Ausführungen siehe die nachfolgenden Abschnitte von Kapitel II. 2.
- (3) Für Teilgebiete der Umweltforschung sollten Hochschulen und Forschungsinstitute Forschungsverbände eingehen. Bund und Länder sollten in geeigneten Fällen die Vergabe von Projektmitteln von der Bereitschaft zur Kooperation in Forschungsverbänden abhängig machen und die für das Management der Verbände erforderlichen Aufwendungen finanzieren. – Für weitere Ausführungen siehe Kapitel II. 4. – II. 6.

Die nachfolgenden Empfehlungen sind als Anregungen zu verstehen, um die Position der Hochschulen in der Umweltforschung zu stärken. Die Erfahrungen zeigen, daß es keine in jedem Fall „optimale Organisation“ der Hochschulforschung und ihrer Förderung geben kann und exzellente Forschung in unterschiedlichen Organisationsformen gedeiht.

a) Kommunikation und Koordination

Der Wissenschaftsrat hat die Erfahrung gemacht, daß in vielen Hochschulen keine auf systematische Weise gewonnene Information über die Umweltforschungsaktivitäten der einzelnen Mitglieder vorhanden ist. Vielfach sind die in der Umweltforschung tätigen Wissenschaftler und ihre hieran interessierten Kollegen nicht über die entsprechenden Aktivitäten in anderen Instituten und Fakultäten der eigenen Hochschule informiert. Manche Universität erscheint eher als Konglomerat von getrennten Fachdisziplinen in selbständigen und autonomen Instituten, denn als eine Universität, die ihre Aufgaben im Zusammenwirken von Disziplinen erfüllt und dabei Synergien nutzt.

Information ist eine Mindestvoraussetzung für fächerübergreifendes Arbeiten und für Kooperationen auf gemeinsam interessierenden Fachgebieten. Für die auf Interdisziplinarität angewiesene Umweltforschung ist es von besonderer Bedeutung, daß die inneruniversitäre Information über die Forschungsinteressen und -aktivitäten der Wissenschaftler verbessert wird. Insbesondere an großen Hochschulen ist es ein gravierendes Problem, einen ausreichenden Informationsfluß über die Grenzen der Institute und Fakultäten hinweg herzustellen. Als geeignete Maßnahmen erscheinen hier z. B. spezielle Umweltforschungsberichte der Hochschulen, öffentliche Ringvorlesungen zur Umweltproblematik sowie Arbeitsgemeinschaften oder andere disziplinenübergreifende Organisationsformen, die der gegenseitigen Information sowie vielfach auch der Außendarstellung der Hochschule, dem Wissens- und Technologietransfer und der Einwerbung und Koordination von Drittmittelprojekten dienen. Empfehlenswert ist die an einigen Universitäten bereits praktizierte Beauftragung eines Prorektors mit der Koordination der Umweltforschung, dessen Amt durch eine entsprechende personelle Ausstattung gestärkt werden sollte.

b) Schwerpunktbildung durch hochschulinterne Mittelverteilung

Das Bekenntnis zur Umweltforschung, wie es der Wissenschaftsrat in vielen Hochschulen vorgefunden hat, reicht allein nicht aus. Die maßgebliche Beteiligung an größeren Umweltforschungsprogrammen setzt voraus, daß in der Hochschule aus Mitteln der Grundausrüstung eine entsprechende Konzentration von Ressourcen vorgenommen wird, bevor Erfolge bei der Einwerbung von Drittmitteln erzielt werden können. Da zusätzliche Ressourcen hierfür in der Regel nicht zur Verfügung stehen, sind Umwidmungen und Verlagerungen der Grundausrüstung zugunsten solcher Schwerpunkte erforderlich. Dem stehen die geltenden Prinzipien der Mittelverteilung entgegen, die vom Status quo und der Gleichverteilung ausgehen. Um hier zu Änderungen zu gelangen, sind ausreichende Befugnisse der Leitungen der Hochschulen und Fachbereiche für die Verteilung von Personal- und Sachmitteln erforderlich.¹⁰⁾

10) Vgl. Wissenschaftsrat: 10 Thesen zur Hochschulpolitik, Köln 1993, S. 57 f.

Eine erfolgreiche Organisation praktiziert die TU Harburg, die eine Matrixstruktur gewählt hat, nach der die Professoren einerseits Studiendekanaten zugeordnet sind, die die Lehre organisieren, und andererseits Arbeitsbereichen für Forschung, von denen sich mehrere mit Umweltforschung befassen. Dieses Modell ermöglicht eine flexible Ressourcenverteilung und erleichtert die interdisziplinäre Zusammenarbeit an gemeinsamen Projekten.

c) Berufungspolitik

Die Möglichkeiten für eine disziplinübergreifende Entwicklung der Umweltwissenschaften werden an den Hochschulen vielfach durch deren Gliederung in disziplinär orientierte Fachbereiche eingeengt, vor allem wenn jeder Fachbereich getrennt umweltbezogene Professuren ausschreibt und Berufungslisten erstellt. Für manche Gebiete der Umweltforschung läßt sich nicht im voraus entscheiden, ob z. B. ein Physiker, Chemiker, Geowissenschaftler oder Biologe die besten Voraussetzungen für eine Professur aufweist. Eine Einengung auf eine bestimmte Disziplin bereits bei der Ausschreibung kann in manchen Fällen ein Hindernis für die Entwicklung der Umweltwissenschaften bedeuten. Dies gilt ebenso für die Leitungspositionen in außeruniversitären Forschungsinstituten, die vielfach im Wege einer gemeinsamen Berufung mit einem bestimmten Fachbereich einer Hochschule besetzt werden.

Der Wissenschaftsrat empfiehlt den Hochschulleitungen und den Ländern, fächerübergreifende Berufungsverfahren durchzuführen und damit auch den an Umweltforschung interessierten wissenschaftlichen Nachwuchs zu ermutigen, sich außerhalb der etablierten Grenzen der Disziplinen zu profilieren.

Zur Stärkung der humanwissenschaftlichen Umweltforschung (vgl. Teil A. VIII.) regt der Wissenschaftsrat an, gezielt einzelne freiwerdende Professuren zugunsten humanökologischer Fachgebiete umzuwidmen und damit auch Signale für den an Umweltthemen interessierten wissenschaftlichen Nachwuchs zu setzen.

d) Personalausstattung, Lehrverpflichtungen und Aufnahmekapazität

Umweltbezogene Studienangebote werden von den Studenten stark nachgefragt (vgl. Kapitel VI.). Die betreffenden Fachgebiete bilden seit Jahren unter – den ursprünglich nur als temporär den Hochschulen vermittelten – Bedingungen der Höchstlast aus; an vielen Instituten werden alle Stellen für wissenschaftliche Mitarbeiter, auch solche, die für Dienstleistungen und Forschung vorgesehen sind, mit hohem Lehrdeputat in die Berechnung der Zulassungszahl einbezogen. Die Anwendung der Kapazitätsverordnung führt dazu, daß Umwidmungen von Personalstellen zugunsten umweltbezogener Fachgebiete eine Erhöhung der Zulassungszahlen für die betreffenden Studiengänge zur Folge

haben. Die beabsichtigte Stärkung der personellen Basis für die Umweltforschung wird so ins Gegenteil verkehrt.

Der Wissenschaftsrat empfiehlt, aus der Grundausstattung für wissenschaftliche Mitarbeiter, die für längerfristige Forschungsprojekte und forschungsbezogene Dienstleistungen (Labor- und Gerätebetreuung, Betreuung von Meßstationen, Datenbankmanagement) eingesetzt werden, Stellen ohne Lehrdeputat vorzusehen (sogenannte Funktionsstellen) und spezielle Forschungsstellen für wissenschaftliche Mitarbeiter auf Zeit auszuweisen. Damit ließe sich eine strukturelle Schwachstelle der Hochschulen bei der Organisation und Durchführung von längerfristigen Umweltforschungsprojekten beseitigen. Hochschulen und Länder sollten von den vorhandenen Möglichkeiten der bestehenden Regelungen mehr Gebrauch machen.¹¹⁾

e) Zentren und Institute in den Hochschulen

Interdisziplinäre Forschungsansätze, die für viele Fragestellungen der Umweltforschung erforderlich sind, verlangen nach entsprechenden Organisationsmustern und vielfach auch nach einem professionellen Management für die Einwerbung von Drittmitteln, Beteiligung an größeren Programmen, für die Nutzung von Räumen und Geräten sowie für die Zusammenführung der Wissenschaftler aus verschiedenen Fachdisziplinen. In den „Empfehlungen zu den Perspektiven der Hochschulen in den 90er Jahren“ hat der Wissenschaftsrat als Organisationsmodelle neben und in Ergänzung der Sonderforschungsbereiche institutsübergreifende Arbeitsgemeinschaften und wissenschaftliche Zentren empfohlen. Solche Zentren, die über eigene Räume, Personalstellen und Sachmittel verfügen, haben sich auf dem Gebiet der Molekularbiologie außerordentlich bewährt und dazu beigetragen, hier die deutsche Hochschulforschung in kurzer Zeit international wettbewerbsfähig zu machen. Diese Zentren sind mit erheblichen Projektmitteln des BMFT errichtet worden. Ähnliches gilt für vor wenigen Jahren gegründete Ökosystemforschungszentren (vgl. Teil B. IV. 3.).

Mehrere Hochschulen haben Zentren für Umweltforschung (allgemein oder für spezielle Gebiete, wie z. B. Abfallforschung an der Universität Braunschweig) gegründet. Organisationsformen, Arbeitsweise und Finanzierung der Zentren sind an den Hochschulen unterschiedlich. An manchen Hochschulen verfügt das Umweltforschungszentrum über keine eigenen Gebäude, keine spezifische Ausstattung und kein wissenschaftliches Personal; es wird gewissermaßen im Nebenamt von interessierten Hochschullehrern, die ein Kollegium bilden, betrieben (Modell A). Ein solches „Zentrum“ mit einem kleinen Sekretariat kann den inneruniversitären Informationsfluß fördern und der Koordination von Forschungsprojekten, der gemeinsamen Einwerbung von Drittmitteln

11) Vgl. Wissenschaftsrat: Empfehlungen für die Planung des Personalbedarfs der Universitäten, Köln 1990, S. 29 f.

und dem Transfer von Forschungsergebnissen in die Praxis dienen. In diesem Fall werden die FuE-Projekte in den Instituten der beteiligten Professoren durchgeführt und bleiben zumeist disziplinar orientiert. Ein Beispiel für dieses Modell A ist das im Jahre 1988 gegründete Umweltforum an der RWTH Aachen. Es hat bei geringem organisatorischen und finanziellen Aufwand den Informationsfluß verbessert und zu einer gewissen Bündelung der Umweltaktivitäten der Hochschule geführt. Manche Hochschule, wie z. B. die Universität Münster, die ursprünglich weitergehende Pläne für ihr Umweltzentrum hatte, hat darauf aus finanziellen Gründen verzichtet und statt dessen eine Organisationsform wie Modell A gewählt. Der Wissenschaftsrat hat den Eindruck gewonnen, daß sich dieses Modell als ein erster Schritt für die hochschulinterne Förderung der Umweltforschung bewährt hat. Ohne eigene Ressourcen und professionelles Management bleibt die Wirksamkeit von „Zentren“ des Modells A jedoch begrenzt, trotz des mitunter großen persönlichen Einsatzes ihrer Sprecher. Der Wissenschaftsrat empfiehlt, daß dem Zentrum eine Mindestausstattung an Personal für administrative Aufgaben und an Sachmitteln für die Koordinations- und Informationsaufgaben zur Verfügung gestellt wird.

Die Zentren für Umweltforschung an anderen Hochschulen verfügen über eine eigene räumliche, finanzielle und personelle Ausstattung sowie eine technische Infrastruktur, die den Mitgliedern des Zentrums für Umweltprojekte zeitweise zur Verfügung gestellt wird (Modell B).¹²⁾ Ein Gremium des Zentrums entscheidet über die Anträge der Interessenten und vergibt die dem Zentrum aus dem Hochschulhaushalt oder aus speziellen Fördermitteln des Landes zur Verfügung gestellten Ressourcen. Auch bei Modell B werden die Forschungsprojekte in hohem Maße durch Drittmittel finanziert. Die wenigen nicht den einzelnen Projekten zugeordneten Mitarbeiter der Zentren sind für die Wartung und Bedienung der Infrastruktur vorgesehen. Vorteil dieses Modells ist, daß Räume und Geräte ökonomisch genutzt werden und forschungsaktive Institute zeitlich befristet die Möglichkeit zur Ausweitung ihrer Flächen erhalten. Ein sinnvolles Nutzerkonzept vorausgesetzt, das für eine Koordination und Vernetzung der einzelnen Umweltprojekte sorgt, bietet Modell B den Hochschulen gute Möglichkeiten für eine kosteneffiziente Umweltforschung.

Ein drittes Modell umfaßt außer eigenen Räumlichkeiten und einer Grundausstattung mit administrativem und technischem Personal auch das wissenschaftliche Personal und ein eigenständiges wissenschaftliches Konzept (Modell C). Beispiel hierfür ist das Zentrum für interdisziplinäre Technikforschung (ZIT) der TH Darmstadt. Das ZIT verfügt über ein selbständiges Arbeitsprogramm sowie eigene Gebäude, Personal und Mittel, es übernimmt Aufgaben der Förderung, Koordinierung und Durchführung interdisziplinärer Forschung und Lehre. Neben dem

¹²⁾ Die Drittmittelgebäude der Universitäten Kaiserslautern und Mainz arbeiten nach diesem Prinzip, ohne daß ein spezifischer Schwerpunkt Umweltforschung vorgegeben wird.

ZIT-Personal sind auch Hochschullehrer Mitglieder des Zentrums. Das Zentrum, das aus Sondermitteln des Landes finanziert wird, soll insbesondere neue Forschungsansätze aufgreifen und für ein bis drei Jahre fördern.

Der Wissenschaftsrat hat mehrfach die Bildung von Zentren in den Universitäten angeregt.¹³⁾ Für den Erfolg von Umweltforschungszentren ist es wichtig, daß sie über eine Mindestausstattung an Ressourcen verfügen und nicht völlig auf Drittmittelprojekte angewiesen sind. Hochschulen, die bislang nicht über derartige Einrichtungen verfügen, in denen aber ein wissenschaftliches Potential und Interesse für die Umweltforschung vorhanden ist, wird empfohlen, solche Zentren zu gründen, dabei aber nicht zu versuchen, das gesamte Spektrum umweltrelevanter Fachgebiete abzudecken.

Der Wissenschaftsrat hält es für notwendig, 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.

In einem weiteren Modell werden bestehende Hochschulinstitute in einem Zentralinstitut zusammengefaßt (Modell D). Beispiel hierfür ist das Zentrum für Meeres- und Klimaforschung der Universität Hamburg (ZMK). Das ZMK besteht im wesentlichen aus bereits vorhandenen Instituten und Serviceeinrichtungen der Universität. Es hat aber auch eigenes Personal und einen kleinen eigenen Etat; ein gemeinsames Gebäude, in das auch das MPI für Meteorologie und das Klimarechenzentrum einziehen sollen, ist geplant.

Zentralinstitute haben insbesondere dann ihre Berechtigung, wenn für die Forschungsarbeiten aufwendige Großgeräte und Laboratorien erforderlich sind, die über den üblichen Rahmen eines Hochschulinstituts hinausgehen. Ähnlich wie die Ökosystemforschungszentren werden solche disziplinär ausgerichteten Forschungszentren eher die Ausnahme bleiben, da sie eines besonderen Aufwands bedürfen, den zu leisten viele Hochschulen nicht in der Lage sind. Naturgemäß sind Zentren dieser Art, gleichgültig, ob sie als Einrichtungen in oder an Hochschulen geführt werden, in hohem Maße auf Drittmittel angewiesen.

Als Modell E ist die Zusammenfassung aller einschlägigen Institute in einer (technisch orientierten) Fakultät für Umweltwissenschaften zu nennen, wie dies an der TU Cottbus geschieht.

13) Vgl. Wissenschaftsrat: Empfehlungen zur Zusammenarbeit von Großforschungseinrichtungen und Hochschulen, Köln 1990.

f) Institute an Hochschulen

Das 1987 gegründete Forschungszentrum für Marine Geowissenschaften an der Universität Kiel (GEOMAR) ist mit über 150 Mitarbeitern die größte deutsche Einrichtung für marine Geowissenschaften. Es ist ein eng mit der Universität verbundenes Forschungsinstitut des Landes Schleswig-Holstein. Nach dem gleichen Prinzip wurde 1991 in Bremen das um eine Größenordnung kleinere Zentrum für Marine Tropenökologie (ZMT) gegründet.

Eine Sonderform ist die Schaffung einer hochschulnahen Einrichtung in der Rechtsform einer GmbH parallel bzw. komplementär zu den Instituten der Hochschule. Die Aufgabe einer solchen Einrichtung besteht im Einwerben von Aufträgen und in der Finanzierung von Umweltprojekten, die an den Hochschulinstituten oder im An-Institut durchgeführt werden. Ein Beispiel ist das 1990 gegründete Clausthaler Umwelttechnik-Institut GmbH (CUTEK-Institut), eine außeruniversitäre Forschungseinrichtung des Landes Niedersachsen, die eng mit dem Clausthaler Forschungsverbund Umwelttechnik kooperiert. Ähnliche An-Institute für umweltbezogene Forschung, die sich durch Forschungsaufträge finanzieren, gibt es u. a. an der TU Berlin, der Universität des Saarlandes, der Universität Düsseldorf und an der Universität-Gesamthochschule Duisburg, hier in gemeinsamer Trägerschaft mit Kommunen und Wirtschaftsverbänden.

II. 3. Fachhochschulen

In den Fachhochschulen, für die die Lehre im Vordergrund steht, gibt es eine Reihe von Professoren, die sich in umweltbezogener FuE engagieren, vielfach in Kooperation mit Industrieunternehmen. Oft geschieht dies in Zusammenhang mit Diplomarbeiten, deren Thematik aus der betrieblichen Praxis stammt. Der Wissenschaftsrat hat mehrere Fachhochschulen besucht und sich über umweltbezogene FuE-Projekte informiert, die der Verbesserung der Technik und dem Wissenstransfer in die betriebliche Praxis dienen. Derartige anwendungsorientierte FuE-Vorhaben zur Messung von Umweltbelastungen, zur Umweltanalytik und vor allem zur Umwelttechnik sind wichtige Bestandteile des Gesamtsystems der Umweltforschung.

Die Umweltforschungsaktivitäten an den vom Wissenschaftsrat in Wilhelmshaven, Bremen, Berlin, Wiesbaden und Saarbrücken besuchten Fachhochschulen sowie der weiteren Fachhochschulen, die ihre Aktivitäten schriftlich und durch mündliche Berichte präsentieren, dokumentierten in teilweise vorbildlicher Weise die enge Kooperation mit Industrieunternehmen, kommunalen und staatlichen Einrichtungen. Für die Weiterentwicklung von Umwelttechniken, die Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in praxismgerechte Lösungen und für die Begleitung von Sanierungsprogrammen sind Fachhochschulen geeignete Partner.

Ihre Einbeziehung in anwendungsorientierte Verbundprogramme sollte verbessert und die wissenschaftliche Kooperation mit den stärker die Grundlagenforschung betonenden Universitäten gefördert werden. Ein Weg dazu sind gemeinsame Forschungsprojekte, für die es z. B. im Land Niedersachsen ein spezielles Förderprogramm gibt, das sich bewährt hat und eine intensive wissenschaftliche Kommunikation zwischen Universitäten und Fachhochschulen gewährleistet.

Der Förderung von FuE an Fachhochschulen dient ein spezielles Programm des BMBW, aus dem – ohne thematische Vorgabe – anwendungsorientierte FuE-Projekte gefördert werden können. Damit sollen vor allem in den neuen Ländern die Voraussetzungen für ein stärkeres Engagement der Fachhochschulen in der anwendungsorientierten Forschung und Entwicklung verbessert werden.

Die anwendungsorientierte Umweltforschung an den Fachhochschulen sollte stärker gefördert werden, zumal dies ein Weg ist, den Transfer wissenschaftlicher und technischer Erkenntnisse in die breite berufliche Praxis wirkungsvoll zu fördern, denn zwei Drittel aller Ingenieure werden in Deutschland an Fachhochschulen ausgebildet.

Der Wissenschaftsrat empfiehlt den Ländern, die Fachhochschulen angemessen an den zentralen FuE-Fördermitteln zu beteiligen und gezielt ausgewählte Arbeitsgruppen oder Zentren für Umweltforschung an Fachhochschulen zu unterstützen, so wie dies z. B. in Rheinland-Pfalz, Sachsen und Sachsen-Anhalt geschieht. In den Fachhochschulen sollten, wie dies z. B. an der Hochschule für Wirtschaft und Technik des Saarlandes mit Erfolg geschieht, interne FuE-Pools mit Ressourcen für die Unterstützung forschungsaktiver Professoren eingerichtet werden. Die Förderung der Vorlaufforschung für Drittmittelprojekte ist an Fachhochschulen wegen der für FuE-Vorhaben kaum vorhandenen Grundausstattung besonders wichtig.

II. 4. Großforschungseinrichtungen

Die Großforschungseinrichtungen, die zu 90 % vom Bund und zu 10 % vom Sitzland finanziert werden, haben sich zu wichtigen Stätten der Umweltforschung entwickelt. Bereits 1972 legte die AGF eine Übersicht „Arbeiten auf dem Gebiet der Umweltforschung und des Umweltschutzes“ vor, die in engem Bezug zum Umweltprogramm der Bundesregierung stand. Bei Themengebieten wie der Ausbreitung von Umweltschadstoffen in Boden, Wasser und Luft, den biologisch-medizinischen Auswirkungen von Umweltfaktoren auf Lebewesen, dem Einsatz und der Weiterentwicklung von Fernerkundungsverfahren oder der Erstellung von Modellen zur Erfassung klimatischer Parameter konnten vorhandene Ressourcen und Expertisen für die immer mehr an Bedeutung gewinnenden Fragestellungen der Umweltforschung genutzt werden.

Die Hinwendung der Großforschungseinrichtungen zur Umweltforschung geschah zum einen durch Neugründung von Einrichtungen (AWI, UFZ) in Ergänzung zur GSF, die seit längerem in der Vorsorgeforschung auf dem Gebiet Umwelt und Gesundheit arbeitete, zum anderen wandten sich ältere Einrichtungen verstärkt Umweltfragen zu, als ihre ursprünglichen Aufgaben in der Kernenergieforschung und -technik sowie später auch in der Meerestechnik an Bedeutung verloren und damit Ressourcen für neue Aktivitäten frei wurden.

Ressourcenverlagerung und thematische Neuausrichtung wurden von den zuständigen Ministerien gefordert und gefördert. Mit der Ausrichtung auf Umweltwissenschaften konnte dem gesellschaftlichen Verlangen nach stärkerer staatlicher Förderung der Umweltforschung Rechnung getragen werden. Dabei wurde nicht immer gefragt, ob die einzelnen Großforschungseinrichtung besonders für Umweltforschung geeignet ist und ob die neu aufgegriffenen Arbeitsgebiete in einem wissenschaftlichen Zusammenhang mit den ursprünglichen Arbeitsgebieten stehen. So entwickelten sich vereinzelt unter dem Dach einer Großforschungseinrichtung auch „Wissenschaftsparks“ ohne ausreichende fachlich verbindende Klammern zwischen den Arbeitsgebieten und mit großer administrativer und technischer Infrastruktur aufgrund gesetzlicher Auflagen zu den noch bestehenden Nuklearanlagen.

Großforschungseinrichtungen wurden ursprünglich zum Betrieb von kapitalintensiven Großgeräten oder für kostenaufwendige naturwissenschaftlich-technische Entwicklungsvorhaben von besonderer volkswirtschaftlicher Bedeutung errichtet. Aufgaben dieses Typs prägen die Arbeit der einzelnen Großforschungseinrichtungen heute in unterschiedlichem Maße. Der Wissenschaftsrat hat Großforschungseinrichtungen generell für drei Aufgabentypen als sinnvolle Organisation bezeichnet:¹⁴⁾

- Errichtung und Betrieb von Großgeräten,
- komplexe interdisziplinäre Arbeitsgebiete, insbesondere Langzeitvorhaben in der Vorsorgeforschung oder
- aufwendige Forschungsarbeiten in technologischen Schlüsselgebieten im Vorfeld industrieller Entwicklung.

Hinzu kommt jeweils eine mit diesen Aufgaben verknüpfte Grundlagenforschung universitären Charakters, soweit dies für eine effektive Erfüllung der großforschungsspezifischen Aufgaben sinnvoll und notwendig ist.

1992 standen für die Umweltforschung in den Großforschungseinrichtungen rd. 305 Millionen DM aus der institutionellen Finanzierung und

14) Vgl. Wissenschaftsrat: Zusammenarbeit von . . . , a. a. O., S. 39.

zusätzliche Projektmittel zur Verfügung. Der Anteil der Umweltforschung an den Gesamtaufwendungen aller Großforschungseinrichtungen betrug rd. 9%. Weit überdurchschnittlich hohe Anteile für die Umweltforschung wiesen die GSF, München-Neuherberg, und die GKSS, Geesthacht, sowie das AWI, Bremerhaven, auf. Künftig ist unter den in der Umweltforschung tätigen Großforschungseinrichtungen insbesondere das speziell für die Umweltforschung gegründete UFZ Leipzig-Halle zu nennen.

Bei einem Teil der Umweltaktivitäten der Großforschungseinrichtungen (Teile der Wattenmeer- und Gewässerforschung, der Gesundheitsforschung sowie der Meteorologie) treffen die oben genannten Charakteristika der Großforschung nicht zu. Die Tatsache jedoch, daß ein Forschungsprojekt nicht „großforschungstypisch“ ist, kann allein noch kein Grund sein, die entsprechenden Aktivitäten künftig aus der GFE zu verlagern. Vielmehr ist nach den Vor- und Nachteilen der Ansiedlung von Umweltforschungsthemen in Großforschungseinrichtungen zu fragen. Zu prüfen ist, welche Leistungen auf den gewählten Gebieten der Umweltforschung durch die betreffende Großforschungseinrichtung erzielt werden, ob der Organisationstyp Großforschung sich leistungssteigernd auf die Umweltforschung auswirkt und ob es an einem anderen Ort des deutschen Forschungssystems Aktivitäten oder zukunftssträchtige Ansätze für die erfolgreiche Verfolgung dieser Arbeiten gibt. Dabei muß auch der Frage nachgegangen werden, wie entsprechende Projekte dauerhaft an anderen Institutionen, z. B. an den Hochschulen, finanziert werden könnten. Zu allen diesen Fragen kann es keine einheitlichen Aussagen für die Umweltforschung in den Großforschungseinrichtungen geben.

Generell läßt sich zur Umweltforschung an den Großforschungseinrichtungen feststellen:

- (1) Unzweifelhaft großforschungstypisch sind der Betrieb von Großgeräten wie Forschungsschiffe, der Einsatz von Flugzeugen und Satelliten für Fernerkundung, Klima- und Atmosphärenforschung, Anlagen für den offenen Einsatz von Isotopen sowie der Betrieb von Rechenzentren. In diesem Zusammenhang fällt allerdings auf, daß weder das Deutsche Klimarechenzentrum in Hamburg, noch die ozeangehenden Forschungsschiffe „Meteor“ und „Sonne“ von einer Großforschungseinrichtung betrieben werden.
- (2) Von ihren materiellen Voraussetzungen und den Erfahrungen in der Technikentwicklung her sind die Großforschungseinrichtungen grundsätzlich besonders geeignet für die Entwicklung großtechnischer Verfahren, Geräte und Anlagen. In Teilbereichen der Umwelttechnik kommt den Großforschungseinrichtungen im Vorfeld industrieller Entwicklungen eine wichtige Rolle zu, da häufig die technische Realisierbarkeit bestimmter Normsetzungen demonstriert werden muß.

- (3) Die Umorientierung und Diversifizierung u. a. in Richtung Umweltforschung hat zu Überschneidungen der Aktivitäten verschiedener Großforschungseinrichtungen und Forschungsinstitute geführt. So beschäftigen sich z. B. mehrere Großforschungseinrichtungen, Max-Planck-, Blaue-Liste- und Fraunhofer-Institute, mit meteorologischen Themen.

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. Der Forschungsverbund sollte von der Koordination in Richtung Integration weiterentwickelt werden. Auch sollten sich die einzelnen Forschungsgebiete der Umweltforschung stärker auf die jeweils hierfür prädestinierten Institute von Großforschungseinrichtungen konzentrieren, ohne aber z. B. das UFZ und die GSF zu den alleinigen Trägern von Umweltforschungsinstituten der GFE zu machen.

- (4) Bei manchen Forschergruppen, die sich der Umweltforschung widmen, ist das Verhältnis von Aufwand und Ertrag unbefriedigend. Die – verglichen mit vielen Hochschulinstituten hervorragende – Ausstattung mit Investitionsmitteln und Personal hat nicht in jedem Fall zu überzeugenden Leistungen in der Forschung geführt.

Ursachen sind die begrenzte Umweltforschungs-Expertise der Wissenschaftler, die zuvor in den aufgelassenen Forschungsgebieten gearbeitet haben, und eine nicht genügend am Leistungsprinzip orientierte Finanzierung der Forschung in den Einrichtungen. Der hohe Anteil von auf Dauer beschäftigten Wissenschaftlern erschwert die Beendigung von Themen, die nicht mehr in ein Konzept passen oder mit nur geringem Erfolg bearbeitet wurden. Das der Forschung förderliche Wettbewerbsprinzip sollte auch in den Großforschungseinrichtungen stärker zum Tragen kommen. Der Wissenschaftsrat empfiehlt deswegen eine Kürzung der institutionell gesicherten Grundfinanzierung zugunsten von Projektmitteln für Umweltforschungsprogramme, um die sich Arbeitsgruppen aus Großforschungseinrichtungen in freier Konkurrenz mit Wissenschaftlern aus anderen Forschungseinrichtungen bewerben können. Dieser Vorschlag hat zur Voraussetzung, daß die Großforschungseinrichtungen nicht von der staatlichen Projektförderung durch BMFT, andere Bundes- und Landesressorts sowie DFG ausgeschlossen werden.

- (5) Viele Arbeitsgruppen der GFE kooperieren außerordentlich eng mit den Hochschulen. In anderen Fällen bedarf es gezielter Anstrengungen, um das Maß an Kooperation zu erreichen, das vom Wissenschaftsrat empfohlen und im Grundsatz von den Großforschungseinrichtungen auch befürwortet wird. Die Situation an den einzelnen Großforschungseinrichtungen ist hier unterschiedlich. Vorbildlich ist die Kooperation der KfA mit den Universitäten des

Landes Nordrhein-Westfalen, die sich in gemeinsamen Berufungen, Sommerschulen, Praktika in der Großforschungseinrichtung und gemeinsamen Forschungsprojekten ausdrückt. Entsprechendes gilt für das AWI und die Universität Bremen sowie für einzelne Institute von KfK, GKSS und GSF. Auch das UFZ ist auf gutem Wege zu einem eng vernetzten kooperativen Forschungszentrum gemeinsam mit den Universitäten Leipzig und Halle.

Es liegt jedoch oftmals nicht nur an den Großforschungseinrichtungen, wenn die Kooperation mit den Hochschulen unbefriedigend ist. So wird sich die auch vom Wissenschaftsrat empfohlene stärkere Beteiligung der Großforschungseinrichtungen in der Lehre nur erreichen lassen, wenn die Großforschungseinrichtungen in die Konzeption der Lehrprogramme eingebunden werden. Der Wissenschaftsrat erinnert an die in den „Empfehlungen zur Zusammenarbeit von Großforschungseinrichtungen mit Hochschulen“ vorgeschlagenen Maßnahmen (gemeinsame Berufungen, gemeinsame SFB und Graduiertenkollegs, Sommerschulen, Praktika sowie gemeinsame Studiengänge). Einiges davon ist bereits realisiert, anderes muß rasch auf den Weg gebracht werden.

- (6) Die Einrichtung der Umwelt-Projektträger bei den Großforschungseinrichtungen erfolgte mit dem Ziel, die dort vorhandenen Management- und Fachkompetenzen zu nutzen. Der Wissenschaftsrat empfiehlt, organisatorisch sicherzustellen, daß mögliche Interessenkonflikte vermieden und der Wettbewerb um Drittmittel nicht belastet wird.

Die wissenschaftliche Beratung der Umweltforschungsprogramme des BMFT sollte gestärkt werden. Hierzu wird ein Ad-hoc-Beratungsgremium Umweltforschung bei programmatischen Weichenstellungen empfohlen, in dem alle Bereiche der Umweltforschung vertreten sind. Für das Klimaprogramm sowie das Programm STRATO 2 C existieren bereits wissenschaftliche Beiräte, an denen Großforschungseinrichtungen (AWI, DLR) federführend teilnehmen.

II. 5. Institute der Blauen Liste, Fraunhofer-Gesellschaft und Max-Planck-Gesellschaft

Einzelne Institute der Blauen Liste, der Fraunhofer-Gesellschaft und der Max-Planck-Gesellschaft, die alle nach Artikel 91b Grundgesetz gemeinschaftlich von Bund und Ländern finanziert werden, betreiben zumindest mit einigen Arbeitsgruppen Umweltforschung. Dabei gibt es keine systematische Arbeitsteilung zwischen den Sektoren der Forschungslandschaft. So finden sich z. B. Institute der Klima- und Atmosphärenforschung in der Blauen Liste, in der Max-Planck-Gesellschaft, in den Großforschungseinrichtungen und auch in der Fraunhofer-Ge-

sellschaft. Daneben gibt es eine Reihe kleiner oder größerer Universitätsinstitute. Gewässerforschung und Limnologie wird außer in Universitätsinstituten auch in Instituten von Großforschungseinrichtungen, der Blauen Liste und der Max-Planck-Gesellschaft betrieben. Zersplittert und ohne ein echtes Zentrum ist auch die Tropenökologie, die mit kleinen Gruppen an einzelnen Universitätsinstituten, einem Max-Planck-Institut sowie mit einem Landesinstitut an einer Hochschule angesiedelt ist.

a) Institute der Blauen Liste¹⁵⁾

Blaue Liste-Institute sind aufgrund ihrer Größe, die eine enge Verschränkung mit Universitäten erleichtert, ihrer gemeinsamen Bundesländer-Finanzierung und ihrer Aufgabenstellung in der Lage, in der Umweltforschung und darüber hinaus generell in der Vorsorgeforschung Aufgaben von überregionaler Bedeutung und gesamtstaatlichem wissenschaftspolitischen Interesse wahrzunehmen.

Die Umweltforschung in den Instituten der Blauen Liste hat mit der Neustrukturierung der Forschungslandschaft in den neuen Ländern eine erhebliche Ausweitung erfahren, wodurch eine Verstärkung des Umweltforschungspotentials und eine Verbesserung der regionalen Verteilung der Forschungsinstitute erreicht werden konnte. Zu den bislang vier Instituten, die sich in Westdeutschland in nennenswertem Ausmaß mit der Umweltforschung befassen (insbesondere Meeresforschung, chemische Analytik und medizinische Umweltforschung) sind in Ostdeutschland neun Institute mit umweltrelevanten Aktivitäten hinzugekommen, insbesondere im Bereich der Atmosphären- und Klimaforschung, der Ostseeforschung, der Biologie (einschließlich Limnologie) und der Agrarlandschaftsforschung. Damit wurde die Blaue Liste, deren Institute eng mit Hochschulen kooperieren sollen, zu einem wichtigen Träger für die Umweltforschung in Deutschland.

Zu den einzelnen Blauen Liste-Instituten wird in Teil C Stellung genommen. Als genereller Eindruck ist festzuhalten, daß die Verbindung zu den benachbarten Hochschulen in einigen Fällen vorbildlich ist (z. B. Institut für Meereskunde, Kiel; Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin-Friedrichshagen; Institut für Troposphärenforschung, Leipzig) und zeigt, wie eine gezielte gegenseitige Abstimmung von Institut und Fakultät zu beachtlichen Synergieeffekten führt. In anderen Blauen Liste-Instituten bedarf es noch energischer Anstrengungen auf beiden Seiten, die angestrebte enge Verbindung zu den Universitäten in Lehre und Forschung sicherzustellen.

Im übrigen wird an den Blauen Liste-Instituten, die auf dem Gebiet der Umweltforschung tätig sind, ein Strukturproblem dieses Förderinstru-

15) Zur Weiterentwicklung der Blauen Liste siehe Wissenschaftsrat: Empfehlungen zur Neuordnung der Blauen Liste, Köln 1993.

ments deutlich. Die Art der Finanzierung, die jeweils bilateral zwischen einem Bundes- und einem Landesressort erfolgt, erschwert den Transfer von Ressourcen aus einem Institut in ein anderes. Der Wissenschaftsrat verweist hierzu auf seine „Empfehlungen zur Neuordnung der Blauen Liste“.

b) Fraunhofer-Institute

Die Institute der „Fraunhofer-Gesellschaft für Angewandte Forschung“ müssen sich nach Selbstverständnis und Auftrag der FhG im Wettbewerb bedarfs- und marktgerecht auf dem nationalen und internationalen „FuE-Markt“ bewähren. Damit bestimmen Aufträge der Wirtschaft und der öffentlichen Hand die Entwicklung der Fh-Institute. Die Finanzierungsform der FhG trägt dieser spezifischen Aufgabenstellung Rechnung und gibt den Fh-Instituten ein spezifisches Profil. Die Institute erhalten eine knappe, öffentlich finanzierte Grundausstattung und müssen sich überwiegend aus Forschungsprojekten finanzieren. Die Vorgabe eines Umsatzanteils von 40 bis 50 % für FuE-Aufträge aus der Wirtschaft, die die FhG als Zielsetzung für ihre Institute formuliert hat, gilt als mittelfristige Leitlinie und läßt für Institute, die auf Gebieten der staatlichen Vorsorgeforschung (Solarenergie, Ökotoxikologie, Atmosphärenforschung) arbeiten, Ausnahmen zu.

Umweltforschung wird in den sechs Instituten des Fachbereichs „Umwelt und Gesundheit“ betrieben. Im Vordergrund stehen insbesondere die Atmosphären- und Aerosolforschung, ökologische Chemie und Ökotoxikologie sowie die Analytik und Meßtechnik. In vier weiteren Fachbereichen ist jeweils ein Institut mit einem Teil seiner Kapazitäten bei der Entwicklung von Umwelttechniken aktiv: Verfahrenstechnik und Fertigungstechnik (jeweils im Hinblick auf produktionsintegrierten Umweltschutz), Energie- und Bautechnik sowie Werkstoffe und Bauteile (spezielle Meßtechniken).

Die Verknappung der öffentlichen Forschungsmittel und der Rückgang der Finanzierung von FuE-Projekten durch die Industrie als Folge der aktuellen Rezession führt in vielen Fraunhofer-Instituten zu einer schwierigen Situation, die ein rückläufiges Engagement der FhG in der Umweltforschung zur Folge haben kann.

Die Drittmittel für die Umweltforschung an den Fraunhofer-Instituten stammen – je nach Institut – überwiegend oder fast ausschließlich von öffentlichen Auftraggebern. Dies steht nur so lange nicht im Widerspruch zum Auftrag und zum Finanzierungsmodell der FhG, wie die im öffentlichen Interesse wahrgenommenen Aufgaben konkrete Bedeutung für die Wirtschaft haben und realistische Aussichten bestehen, daß die Wirtschaft nach einiger Zeit in nennenswertem Umfang FuE-Aufträge für das betreffende Gebiet vergibt. Es sollte nicht dazu kommen, daß Fraunhofer-Institute auf Dauer ausschließlich über öffentliche Projekt-mittel finanziert werden. Andernfalls ist, sofern Bedarf besteht und die

Forschungsleistungen dies rechtfertigen, zu überlegen, derartige Institute aus der FhG in eine andere Trägerschaft zu überführen, in der sie eine ihren Aufgaben und Leistungen angemessenere Entwicklung finden könnten (vgl. hierzu die Stellungnahme zum IFU Kapitel C. VII.).

c) Max-Planck-Institute

Die Max-Planck-Gesellschaft bietet aufgrund ihrer Charakteristika – freie Themenwahl, Orientierung an der wissenschaftlichen Relevanz, vergleichsweise gute Ausstattung mit Ressourcen und Offenheit für transdisziplinäre Themen und Arbeitsformen – gute Bedingungen für die erkenntnisorientierte Umweltforschung. In den letzten Jahren ist es zu einer stärkeren Hinwendung von Arbeitsgruppen aus Max-Planck-Instituten zur Umweltforschung gekommen, was den Stellenwert und dem Ansehen der Umweltforschung zugute gekommen ist.

In der Max-Planck-Gesellschaft sind die Institute für Limnologie (Plön mit Außenstelle in Schlitz), für Meteorologie (Hamburg) sowie Arbeitsgruppen der Institute für Aeronomie (Katlenburg) und für Chemie (Mainz) seit längerer Zeit mit Themen der Umweltforschung befaßt. Neu hinzugekommen sind die Institute für Marine Mikrobiologie in Bremen und für Terrestrische Mikrobiologie in Marburg.

Mit den beiden mikrobiologisch orientierten Neugründungen in Bremen und Marburg hat die Max-Planck-Gesellschaft die biologische Grundlagenforschung und damit das Fundament der Ökologie gestärkt. Die Gründung vergleichsweise kleiner Institute in enger Nachbarschaft zu Universitäten verspricht, die wissenschaftliche Basis für die Umweltwissenschaften zu stärken. Wichtig ist dabei, daß die leitenden Wissenschaftler an der Lehre beteiligt werden, damit die Erkenntnisse der Grundlagenforschung rasch Eingang in die Lehre finden.

II. 6. Ressorteinrichtungen

Einige Bundes- und Landesministerien haben zur Erfüllung von Ressortaufgaben Forschungsanstalten in Form von Behörden errichtet, die Forschungs- und Beratungsaufgaben ausführen. Manche dieser Einrichtungen sind vorwiegend mit hoheitlichen Aufgaben und Dienstleistungsaufgaben betraut. Der Wissenschaftsrat hat von den meisten in der Umweltforschung tätigen Ressortforschungseinrichtungen des Bundes einen übergreifenden Eindruck durch schriftliche Informationsmaterialien und durch Vor-Ort-Besuche gewonnen. Bei den Einrichtungen der Länder geschah dies meist durch schriftliche Materialien und einige mündliche Informationen.

Einige der forschungsrelevanten Ressorteinrichtungen sowohl des Bundes (vgl. Übersicht 2) als auch der Länder (vgl. Übersicht 3) befassen sich in unterschiedlichem Umfang mit Umweltforschung. Aufgrund des breiten Aufgabenspektrums, das von der Grundlagenforschung über an-

wendungsorientierte und angewandte Forschung bis zur Beratung des betreffenden Ressorts und der Öffentlichkeit reicht, können drei Typen von Einrichtungen unterschieden werden, wobei die Übergänge fließend sind:

- Einrichtungen mit einem Schwerpunkt hoheitlicher Aufgaben (z. B. Arbeiten im Zusammenhang mit dem Pflanzenschutzmittel-, Chemikalien- oder Arzneimittelgesetz). Hier sind die Biologische Bundesanstalt (BBA) und das Bundesgesundheitsamt (BGA) sowie Teile des UBA zu nennen.
- Einrichtungen, die in erster Linie als Forschungsinstitution tätig sind und im Rahmen eines mit dem zuständigen Ressort abgestimmten Programms selbständig Forschungsprojekte durchführen. Hierzu zählen beispielsweise die Biologische Anstalt Helgoland (BAH), die Bundesforschungsanstalten für Landwirtschaft (FAL) und Fischerei, Teile der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) und auf Landesebene z. B. die Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg in Freiburg. Dabei sind die Ressortforschungseinrichtungen der Landwirtschaftsministerien keine genuinen Umweltforschungsinstitute, sondern dienen der Agrarforschung, die in vielen Fällen Umweltrelevanz besitzt.
- Einrichtungen mit dem Schwerpunkt im Management von Forschungsprojekten und in der Vermittlung des aktuellen Stands der Forschung in Ministerien, Politik und Öffentlichkeit. Hier ist das UBA zu nennen, das über keine eigene Forschungskapazität verfügt. Ähnliche Funktionen nehmen auf Länderebene einige Landesämter oder -anstalten wahr, wobei – z. B. bei der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg – gleichzeitig die Aufgabe der Projektträgerschaft für das Ministerium übernommen wird.

Unter den Ressorteinrichtungen gibt es sowohl Forschungsanstalten als auch stark behördlich geprägte „Ämter“. Unterschiedlich ist auch das Verhältnis von weisungsgebundener zu freier Forschung. Die Kooperation mit Hochschulen durch die Betreuung von Diplomanden und Doktoranden einerseits, gemeinsame Berufungen oder die Wahrnehmung von Lehraufträgen andererseits reicht von einer engen Verflechtung, wie dies z. B. bei der Bundesanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (BFH) in Hamburg der Fall ist, über einen regen Austausch und Kontakt, wie z. B. zwischen dem niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung und der Universität Hannover, dem Geologischen Landesamt Nordrhein-Westfalen und der Universität Bochum oder von FAL und BBA mit den benachbarten Universitäten bis hin zu lediglich sporadischen Kontakten einzelner Wissenschaftler zu Fachkollegen an Hochschulen.

Übersicht 2:
 Ressorteinrichtungen des Bundes mit Schwerpunkten in der Umweltforschung (einschl. Forschungsmanagement)¹⁾

Ressort	Einrichtung	Aktivitäten	Mitarbeiter insgesamt	wissenschaftliche Mitarbeiter ²⁾
BMU	Bundesamt für Naturschutz (BfN)	Geowiss. Umwelt., Biologische Umweltf., Agrar- u. Forstwirtschaftl. Umweltf., Ökosystemf., Verkehrswissenschaft, Stadtökologie, Landschaftsplanung, Sonstiges	101	51
	Bundesanstalt für Strahlenschutz (BfS)	Strahlenhygiene, Kerntechn. Sicherheit, Entsorgung und Transport, Strahlenschutz	476	220
	Umweltbundesamt (UBA)	Forschungsmanagement	847	357
BML	Bundesanstalt für Forst- und Holzwirtschaft	Meeres- u. Klimaf., Agrar- u. Forstwirtschaftl. Umweltf., Ökosystemf., Verkehrswissenschaft, Stadtökologie, Landschaftsplanung, Umwelttechnik	421	109
	Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)	Bodenschutz, Schadstoffe in der Nahrungskette, Rest- und Abfallstoffe (Klärschlämme)	996	152
	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA)	Pflanzenschutz, Resistenzgenetik, Ökotoxikologie des Pflanzenschutzes, Mittelprüfung	821	285

Noch Übersicht 2:

Ressort	Einrichtung	Aktivitäten	Mitarbeiter insgesamt	wissenschaftliche Mitarbeiter ²⁾
BML	Bundesforschungsanstalt für Fischerei (BFAFi)	Fischereiforschung, Meeresforschung	32	13
BMFT	Biologische Anstalt Helgoland	Erforschung der Meeresverseuchung, Dynamik biol. Prozesse, Ökologische Austauschvorgänge	31	17
BMWi	Bundesanstalt für Geowissenschaften u. Rohstoffe (BGR)	Grundwasser und Bodenschutz, Deponien und Altlasten, Schadstoffforschung, Geotechnische Sicherheit, Geo-Informationssysteme, Paläo-Umweltforschung (Meeres- und Klimaformation, Global Change, Grundwasser), Fernerkundung	826	345
	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung	Kerntechnik und Materialprüfung, Altlasten und Deponietechnik, Chemische Sicherheitstechnik	1771	923
BMG	Bundesgesundheitsamt (BGA)	Biologische Umweltf., Agrar- und Forstwirtschaftl. Umweltf., Ökosystemf., Umweltbez. Gesundheitsf. (z.B. Allergief., Ökotoxikologie), Sonstiges	717	282
BMV	Deutscher Wetterdienst (DWD)	Überwachung, Atmosphärenf., Meteor, Modelle	2553	361

Noch Übersicht 2:

Ressort	Einrichtung	Aktivitäten	Mitarbeiter insgesamt	wissenschaftliche Mitarbeiter ²⁾
BMV	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)	Meeres- und Klimaforschung	178	63
BMBau	Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung (BfLR)	Räumliche Umweltforschung, Stadtökologie	136	43

1) Nach Angaben der jeweiligen Ressorts (Stand Juli 1991).

2) Wissenschaftler und Beschäftigte mit wissenschaftlicher Ausbildung.

Übersicht 3:
Ressorteinrichtungen der Länder mit Schwerpunkten in der Umweltforschung

Land	Ressort	Einrichtungen	Schwerpunkte der Umweltforschung	Mitarbeiter insgesamt	wissenschaftliche Mitarbeiter
Baden-Württemberg	Ministerium für ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Forsten	Forstliche Versuchsanstalt u. Forschungsanstalt	Ökologieziel zwischen Wald und Umwelt, Erforschung komplexer Waldkrankungen	187	39
		Landesanstalt für Pflanzenbau Karlsruhe			
	Umweltministerium	Landesanstalt für Pflanzenschutz	Minimierung des Aufwandes von Pflanzenschutzmitteln, integrierten Pflanzenbau, Erosionsverminderung	26	4
		Staatl. landwirtsch. Untersuchungs- u. Forschungsanstalt Augustenberg	Pflanzenschutztechnik, integrierte Bekämpfungsverfahren, biol. Schädlingsbekämpfung	108	17
		Landesanstalt für Umweltschutz	Untersuchung von Siedlungsabfällen, Düngemitteln und Pestizidrückständen	93	16
	Ministerium f. Wissenschaft und Kunst	Geologisches Landesamt	Angewandte Ökologie, EDV-Aufgaben für Umweltschutz, Landschaftsplanung, Immissionsökologie	183	38
			Hydrologie, Bodenkunde, Landesaufnahme (Kartierungen)	160	90

Noch Übersicht 3:

Land	Ressort	Einrichtungen	Schwerpunkte der Umweltforschung	Mitarbeiter insgesamt	wissenschaftliche Mitarbeiter
Bayern	Bay. Staatsministerium für Landesentwicklung u. Umweltfragen	Bayer. Landesamt für Umweltschutz	Immissionsökologie / Umweltchemikalienmonitoring	506	95
		Bay. Landesanstalt für Wasserforschung	Monitoringprogramme f. durch Luftschadstoffe versauerte Gewässer, Kreislauf und Wirkung besonderer Schadstoffe, Ermittlung von Emissionsgrenzwerten	89	24
	Bay. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten	Bay. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt	Erhaltung von Genressourcen, Bewirtschaftungstechnologie	75	36
		Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau	Agrameteorologische Beobachtungen	506	74
		Geologisches Landesamt	Bodenschutz, Grundwasserschutz, Bodeninformationssystem	164	61
		Landesanst. Garten- und Weinbau	Umweltschonende Produktionsverfahren, Extensivierung, nachwachsende Rohstoffe	292	37

Noch Übersicht 3:

Land	Ressort	Einrichtungen	Schwerpunkte der Umweltforschung	Mitarbeiter insgesamt	wissenschaftliche Mitarbeiter
Brandenburg	Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand u. Technologie	Landesamt für Geowissenschaften	Umweltgeologie, Umweltkartographie, Ressourcenschutz, Hydrogeologie	89	45
Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt	Mehrländeranstalt	Forschungsinstitut für Bergbaufolgen	Rekultivierung von Bergbaufolgelandschaften	201)	121)
Hamburg	Umweltbehörde	Geologisches Landesamt Hamburg Landesamt für Umwelt	Hydrologie, Ingenieurgeologie, Bodenschutz, Nähr- und Landschaftsschutz Untersuchungen im Bereich Luft, Wasser und Boden, Gutachteritätigkeit	21 131	8 27
Hessen	Ministerium für Umwelt- u. Reaktorsicherheit	Landesanstalt für Umwelt	Umweltinformationssysteme, Umweltanalytik, Umweltplanung, -überwachung (Wasser, Abfall, Luft, Lärm, Radioaktivität)	359	70

1) Ausschließlich drittmittelfinanziert, teilweise Teilzeitmitarbeiter.

Noch Übersicht 3:

Land	Ressort	Einrichtungen	Schwerpunkte der Umweltforschung	Mitarbeiter insgesamt	wissenschaftliche Mitarbeiter
Hessen	Ministerium für Umwelt u. Reaktorsicherheit	Hess. Landesamt für Bodenforschung	Landesaufnahme, Einbindung der hydrologischen Arbeiten in die Ökosystemforschung bzw. Landschaftsplanung	135	53
	Ministerium für Wissenschaft und Kunst	Forschungsanstalt f. Weinbau, Gartenbau, Geträketechnologie und Landespflge	Umweltgerechte Bewirtschaftungsmethoden, Nitratreduzierung	192	78
Mecklenburg-Vorpommern	Umweltministerium	Landesamt für Umwelt und Natur	Ökologische Sanierungskonzepte kleiner Fließgewässer, Bedeutung unzerschnittener Lebensräume für Großtierarten	97	28
		Geologisches Landesamt	Bodenschutz, Grundwasserschutz	65	24
Niedersachsen	Umweltministerium	Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (NLO) 1)	Natur- und Ressourcenschutz, Landschaftspflege, Gutachten zur Umweltverträglichkeit, Gewässerkunde quant. u. qual., Gewässerschutz, Abwasserbeseitigung, Abfallwirtschaft, Immissionsökologie, Untersuchungen zur Luftqualität	465	95

1) Das NLO ist mit Wirkung vom 1. 10. 92 errichtet worden. Das Landesamt für Wasser und Abfall und das Landesamt für Immissionsschutz wurden aufgelöst und zusammen mit dem Dezernat Naturschutz aus dem Niedersächsischen Landesverwaltungsamt in das NLO verlagert.

Noch Übersicht 3:

Land	Ressort	Einrichtungen	Schwerpunkte der Umweltforschung	Mitarbeiter insgesamt	wissenschaftliche Mitarbeiter
Niedersachsen	Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten	Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt	Waldwachstum, Waldschutz, Forstpflanzenzüchtung, Genressourcen, Umweltkontrolle, Stoffhaushalt und Bodenschutz	64	16
	Ministerium für Wirtschaft, Technologie und Verkehr	Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung	Entwicklung von Methoden zur Untersuchung von Standorten und Kontaminationen, Bodenkartierung, Prognose von Bodenbelastungen	403	147
Nordrhein-Westfalen	Ministerium für Umwelt, Raumordnung u. Landwirtschaft (MURL)	Landesamt für Wasser u. Abfall Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung Landesanstalt für Immissionsschutz	Wasser- u. Abfallwirtschaft, Sammlung u. Aufbereitung einschlägiger Daten, Koordinierung von Landesprogrammen Landschaftsplanung, Grundlagen für Landes- und Gebietsentwicklungspläne, Biotop- und Artenschutz Luftqualitätsuntersuchungen, chemische Analytik, Meßtechnik, Umwelttechnik, Störfallvorsorge, Wirkungen von Luftverunreinigungen, Immissionsvorsorge, Umweltverträglichkeitsprüfung, Lärmimmission, Geräuschminderung	368 283 451	78 100 92

Noch Übersicht 3:

Land	Ressort	Einrichtungen	Schwerpunkte der Umweltforschung	Mitarbeiter insgesamt	wissenschaftliche Mitarbeiter
Nordrhein-westf.	Ministerium für Wirtschaft	Geologisches Landesamt	Bodenschutz, Grundwasserschutz, Abfallbeseitigung, Rohstofficherung, Naturschutz, Denkmalschutz	277	113
Rheinland-Pfalz	Ministerium für Umwelt u. Gesundheit	Landesamt für Wasserwirtschaft Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht	Seerestaurierung, Deponien, Grundwasserschutz Umweltverträglichkeitsprüfungen, Versauerung von Waldstandorten, Klärschlämme	422 457	63 62
	Ministerium f. Landwirtschaft und Forsten	Forstliche Versuchsanstalt Landespflanzen-schutzamt	Umweltkontrolle im Wald, Erhaltung von Genressourcen Virologie, Nephologie, Pflanzenschutzmittel, gezielte Anwendung von Pflanzenschutzmitteln	38 114	13 19
	Ministerium für Wirtschaft und Verkehr	Geolog. Landesanstalt Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht	Grundwasserschutz, Bodenschutz, Deponiebau, Sicherung historischer Bauwerke Umweltverträglichkeitsprüfungen, Versauerung von Waldstandorten, Klärschlämme	68 457	31 62

Noch Übersicht 3:

Land	Ressort	Einnichtungen	Schwerpunkte der Umweltforschung	Mitarbeiter insgesamt	wissenschaftliche Mitarbeiter
Saarland	Ministerium für Umwelt	Landesamt für Umweltschutz Geol. Landesamt	Forschungsvorhaben (Scheidter Tal), Ausbau u. Renaturierung von Wasserläufen Bodenschutz, Geol. Landesaufnahme	36 13	30 7
Sachsen	Sächs. Staatsministerium f. Umwelt und Landesentwicklung	Sächsisches Landesamt für Umwelt u. Geologie (LfUG)	Koordinierung der Forschungsvorhaben, insbesondere auf den Gebieten Beseitigung von Folgeschäden des Braunkohletagebaus, Altlastensanierung (Kranbergbau) und Umweltbelastung im grenzüberschreitenden Raum	269	131
Thüringen	Thüringer Ministerium f. Umwelt und Landesplanung	Landesanstalt für Umwelt Landesanstalt für Bodenforschung	Raumordnung, Naturschutz und Landschaftspflege, Immissions- und Strahlenschutz, Wasserversorgung, Abfallwirtschaft Geol. Landesaufn., Lagerstättenk., Hydrogeol., Ingenieurgeol., Mineralogie, Petrologie, Geophysik, Geochemie, Luftbildanalyse, Gutachten	759 66	163 35
Schleswig-Holstein	Ministerium f. Natur, Umwelt u. Landesentwicklung	Landesamt f. Natursch. u. Landschaftspflege Landesamt f. Wasserhaushalt u. Küsten	Aufbau und Betrieb eines Biotoptypen- und Nutzungskatasters Gewässeruntersuchung, Schutz von Fließgewässern, Verbesserung der Grundwassergüte, Schadstoffeintrag in die Ostsee	40 103	17 40

Quelle: Haushaltspläne der Länder 1992 und 1993 und Angaben der Länder.

Die nachfolgenden Ausführungen gelten in erster Linie für die besuchten Einrichtungen, die unter dem Begriff „Forschungsanstalten“ zusammengefaßt werden können. Der Wissenschaftsrat ist sich dabei bewußt, daß die Forschung im Aufgabenspektrum der einzelnen Einrichtungen mitunter nur eine untergeordnete Rolle spielt. Stellungnahmen zu den einzelnen Einrichtungen finden sich im Teil C. Generell läßt sich feststellen:

- (1) Der Wissenschaftsrat hat den Eindruck gewonnen, daß die Leistungen der in der Umweltforschung tätigen Ressorteinrichtungen außerordentlich unterschiedlich sind. Es gibt eine Reihe engagierter, wissenschaftlich produktiver Arbeitsgruppen, die sich der Konkurrenz mit Forschungsgruppen aus den anderen Sektoren der Forschungslandschaft stellen können. Andere Einrichtungen bleiben in ihren Leistungen hinter dem zurück, was aufgrund der Ressourcenausstattung erwartet werden muß und was in anderen Forschungsinstituten innerhalb und außerhalb der Hochschulen üblich ist. Ursachen hierfür werden in der Organisation als Behörde und dem Mangel an Anreizen für anspruchsvolle, aus der Routine herausragende Forschung gesehen. Die starre Personalstruktur, insbesondere das Fehlen von Stellen für zeitlich befristet tätige Nachwuchswissenschaftler sowie die unzureichende Einbindung in den wissenschaftlichen Informationsprozeß stehen einer innovativen Forschung entgegen.
- (2) Die Summe der Kapazitäten für Umweltforschung in den Ressortforschungseinrichtungen erscheint im Hinblick auf den spezifischen Bedarf für die Beratung der Ministerien ausreichend, auf manchen Gebieten mehr als ausreichend. Aus Gründen eines effizienten Einsatzes knapper Forschungsmittel ist bei einigen Einrichtungen zu erwägen, die institutionelle Finanzierung zu kürzen und die dadurch freiwerdenden Mittel zur Projektförderung durch das betreffende Ressort zu verwenden. Um diese Projektmittel für angewandte Forschungsarbeiten zu Themen mit Ressortinteresse sollten sich Ressorteinrichtungen und Forschergruppen aus Hochschulen und Forschungsinstituten bewerben.
- (3) Die Forschungsleistungen der Ressorteinrichtungen können nach den vorliegenden Erfahrungen dadurch gestärkt werden, daß sie enger mit Hochschulen und anderen Instituten kooperieren und personell verknüpft werden. Hierzu gibt es eine Reihe seit längerem mit Erfolg praktizierter „Pilotprojekte“, z. B. die enge wechselseitige Kooperation zwischen der BFH und der Universität Hamburg. Wo dies inhaltlich und geographisch möglich ist, sollte das gesamte Spektrum der zwischen Großforschungseinrichtungen und Hochschulen praktizierten Maßnahmen, das von gemeinsamen Projekten über die Nutzung der Infrastruktur bis hin zur gegenseitigen Mitwirkung in Gremien und an Begutachtungen von Forschungsanträgen und wissenschaftlichen Programmen geht, genutzt werden.

Ein wesentliches Element der Zusammenarbeit sind gemeinsame Berufungen der leitenden Wissenschaftler. Damit sollte die Lehrtätigkeit der leitenden Wissenschaftler und die Betreuung von Diplom- und Doktorarbeiten und die Ausweisung von Stellen für Doktoranden in den Forschungsinstituten verbunden werden. Solche Kooperationen und gemeinsame Berufungen liegen keineswegs allein im Interesse der Hochschulen ihr Lehrangebot auszuweiten, sondern fördern auch die Leistungsfähigkeit der Forschungsinstitute. Sie tragen zur Anwendungsorientierung der Ausbildung bei. Gemeinsame Berufungen erhöhen zudem die Attraktivität von Leitungspositionen in der Ressortforschung und erleichtern die Rekrutierung von hochqualifizierten Wissenschaftlern.

Die Sorge, daß die so Berufenen zu „akademisch“ für die Leitung einer Forschungsanstalt seien, hat sich kaum je bestätigt. Allerdings muß die Hochschule bei der Berufung der Institutsleiter die spezifischen Bedürfnisse einer Ressorteinrichtung den Interessen der akademischen Lehre überordnen. Besonders wichtig ist es für die auf eine straffe, kontinuierliche Leitung angelegten Forschungsanstalten, daß die Berufungsverfahren zügig durchgeführt werden und auf eine rasche Entscheidung hinsichtlich der Rufannahme gedrängt wird.

Anders, als dies bei Großforschungseinrichtungen oder Blaue Liste-Instituten seit längerem der Fall ist, nutzen die Ressortforschungseinrichtungen die Möglichkeiten der Zusammenarbeit mit Hochschulen bislang nur selten. Der Wissenschaftsrat empfiehlt den verantwortlichen Ressorts in Bund und Ländern, im Interesse einer effizienten Umweltforschung in den Ressorteinrichtungen ein Überdenken der bisherigen Positionen.¹⁶⁾ Für derartige Kooperationen kommen in anwendungsorientierten Fächern (u. a. Agrar- und Forstwissenschaften, Landespflege) neben den Universitäten auch Fachhochschulen in Frage.

- (4) Die Möglichkeit des temporären Austausches von Wissenschaftlern zwischen Hochschulen und Forschungsanstalten wird zu wenig genutzt. Es müssen tragfähige Modelle entwickelt werden, um die immer wichtiger werdende Mobilität der Wissenschaftler zu verbessern. Diese könnte z. B. mit Gastforscherstellen in Ressorteinrichtungen gefördert werden. Gleichzeitig müßten praktikable Vertretungsregelungen in den Hochschulen gefunden werden.

Zur Erhaltung der wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit und der Motivation der Wissenschaftler empfiehlt der Wissenschaftsrat „Sabbaticals“ auch für Wissenschaftler der Forschungsanstalten, um sie vorübergehend von ihren Aufgaben zu entbinden und ihnen die

¹⁶⁾ Vgl. hierzu auch die Empfehlungen der Bundesregierung für gemeinsame Berufungen zwischen Großforschungseinrichtungen und Hochschulen. In: BMFT: Bundesbericht Forschung 1988, Bonn 1988, S. 40.

Möglichkeit zur vertiefenden eigenständigen Forschung an einem Hochschul- oder einem Forschungsinstitut außerhalb der Hochschulen zu geben.

- (5) Ressorteinrichtungen haben anders als die Großforschungseinrichtungen keine Fördermittel für Doktoranden. Dies führt dazu, daß Nachwuchswissenschaftler mit unbefristeten Verträgen auf Dauerstellen beschäftigt werden, auch wenn sie noch nicht promoviert sind und neben ihrer Arbeit für die Einrichtung ihre Promotion vorbereiten. Der Wissenschaftsrat hält dies für unbefriedigend und empfiehlt, daß die Ressorteinrichtungen mit Forschungsaufgaben in ihrem Haushalt Mittel für Doktoranden zur Qualifizierung im Rahmen der Ressortforschung ausweisen, wie dies in den Großforschungseinrichtungen üblich ist. Davon unabhängig ist die weiterhin mögliche befristete Beschäftigung von Wissenschaftlern und Doktoranden in Drittmittelprojekten.
- (6) Der Wissenschaftsrat hat den Eindruck gewonnen, daß der Aufwand für die Verwaltung in manchen Ressorteinrichtungen unangemessen hoch ist und die Forschungsleistungen bisweilen behindert. Er empfiehlt den zuständigen Ressorts, die den Einrichtungen zugewiesenen Mittel in wenigen Titelgruppen zusammenzufassen und eine flexible Verwendung durch eine gegenseitige Deckungsfähigkeit der Haushaltsmittel und Titelgruppen zu ermöglichen. Darüber hinaus sollte es den Ressorteinrichtungen erleichtert werden, ohne größeren Aufwand Projektmittel aus dem Ressort oder von Dritten einzuwerben. Der Wissenschaftsrat weist ferner darauf hin, daß die Mittel für den Besuch wissenschaftlicher Fachtagungen und die wissenschaftliche Kooperation mit externen Arbeitsgruppen unzureichend sind. Den Wissenschaftlern in Ressorteinrichtungen muß in größerem Maße die Möglichkeit zu wissenschaftlichem Austausch und zur Vorstellung und kritischen Diskussionen ihrer Forschungsergebnisse gegeben werden.

Stellungnahme zur Koordination der Umweltforschung der Ressorteinrichtungen von Bund und Ländern

Die Förderung der Umweltforschung ist eine Querschnittsaufgabe, die sowohl auf Bundes- wie auf Landesebene in die Zuständigkeit verschiedener Ressorts fällt (u.a. Forschungs-, Landwirtschafts-, Umweltministerium). Daraus resultieren administrative Steuerungsaufgaben, die nach den Erkenntnissen, die der Wissenschaftsrat bei seinen Besuchen und Gesprächen gewonnen hat, nicht in jedem Fall zufriedenstellend erfüllt werden. Insbesondere die Koordination zwischen der Bundes- und der Landesebene ist außerhalb der gemeinsamen Bund-Länder-Programme verbesserungsbedürftig. Unökonomischer Ressourceneinsatz und ein hinter den Möglichkeiten zurückbleibender wissenschaftlicher Leistungsstand sind zu beobachten. Beispiele sind:

- Zahlreiche unabgestimmte Datensammlungen und Entwicklungsvorhaben für Umweltinformationssysteme. Ursache ist hier vor allem die Verteilung der Zuständigkeiten auf verschiedene Fachressorts von Bund und Ländern. Es fehlt an wirklicher Bereitschaft zur freiwilligen Kooperation. Die Länder halten eine Bundeskompetenz für den Aufbau eines entsprechend bundeseinheitlichen Informationssystems nicht für notwendig.
- Nicht oder nicht ausreichend abgestimmte Entwicklung von Klimamodellen sowie Aufbau von sich überschneidenden Meßnetzen durch verschiedene Forschungsinstitute und Ressorteinrichtungen (wie z. B. DWD, IFU und Landesanstalten). Eine Ursache dieser Entwicklung liegt darin, daß die Verantwortung für diese Einrichtungen bzw. Trägerorganisationen auf verschiedene Ressorts aufgeteilt ist.
- Probleme bei der Durchführung von Meßprogrammen und der Lieferung von Daten in der Gewässerforschung (z. B. Elbe-Programm), weil Daten aus mehreren Bundesländern benötigt werden.
- Abbau von Forschungskapazitäten für die Strahlenschutzforschung an Universitäten und außeruniversitären Einrichtungen, der auf die unterschiedliche Ressortierung auf diesem Gebiet tätiger außeruniversitärer Einrichtungen und auf das Fehlen eines wirksamen Koordinierungsinstrumentes für die Hochschulentwicklung zurückzuführen ist. – Nähere Ausführungen und Empfehlungen enthält Teil A.

Andererseits lassen sich auch Beispiele für wirksame Koordinierungen nennen. In der Waldschadensforschung beispielsweise gibt es infolge der Abstimmung zwischen BML und BMFT und des finanziellen Engagements des BMFT für diesen Förderschwerpunkt und für das Forschungszentrum Waldökosysteme in Göttingen eine weitgehend funktionierende Abstimmung der Forschungsaktivitäten.

Die nachfolgenden Bemerkungen zur Koordination beziehen sich auf die Ressortforschung des Bundes. Die entsprechenden Förderprogramme und Einrichtungen der Länder sind vom Wissenschaftsrat nicht umfassend in systematischer Weise analysiert und besucht worden.

Zur wirksameren Koordination der umweltbezogenen Forschung des Bundes regt der Wissenschaftsrat einen in mehrjährigem Turnus aufgestellten Umweltforschungsbericht des Bundes an. Dieser sollte sich nicht auf die Zusammenstellung der von den einzelnen Ressorts finanzierten Institutionen und Projekte beschränken, sondern zu einer gemeinsamen Problemaufbereitung, zur Benennung von Prioritäten und Posterioritäten und zur Formulierung von gemeinsamen Programmen kommen. Solche gemeinsamen Programme, die es z. B. zwischen BMFT und BMU sowie BMFT und BMG bereits gibt, haben sich nach den Eindrücken des Wissenschaftsrates bewährt und sollten auch für weitere Gebiete vorgesehen werden. Dies gilt z. B. für die Kooperation zwischen

BMFT und BMZ hinsichtlich der Umweltforschung in Ländern der Dritten Welt, wo auch das BML mit umweltrelevanten Forschungsprojekten auf dem Agrar- und Forstsektor engagiert ist.

Das für die Umweltpolitik federführende BMU verfügt über keine nennenswerten eigenen Kapazitäten für die Umweltforschung. Das Umweltbundesamt ist selbst keine Forschungseinrichtung, sondern dient in erster Linie dem Management von Forschung und zur Auswertung von Forschungsergebnissen für gesetzgeberische und administrative Aufgaben. Der ursprünglich mit Gründung des UBA angestrebte Ausbau zu einer Ressortforschungsanstalt mit eigenen Instituten ist nicht realisiert worden. Angesichts der vorhandenen Kapazitäten für die Umweltforschung in den Ressorteinrichtungen (insbesondere BMFT, BML und BMG) und im nichtstaatlichen Bereich sieht der Wissenschaftsrat keinen Bedarf für den Aufbau neuer Forschungskapazitäten in der Ressortforschung. In der Stellungnahme zum Umweltbundesamt (C. VIII. 5.) hat sich der Wissenschaftsrat daher auch dagegen ausgesprochen, daß dort eigene Forschungskapazitäten aufgebaut werden.

II. 7. Serviceeinrichtungen

Für die Umweltforschung, die langfristige detaillierte Untersuchungen als Grundlage für generelle Aussagen, Prognosen und Modelle sowie in vielen Bereichen kostenaufwendige Ausstattungen verlangt, sind Serviceeinrichtungen von großer Bedeutung. Beispiele für derartige Einrichtungen mit Serviceaufgaben sind:

- das Deutsche Klimarechenzentrum (DKRZ) in Hamburg,
- die Forschungsflugzeuge der DLR in Oberpfaffenhofen,
- das Polarforschungsschiff und das zentrale Eiskernlager des AWI in Bremerhaven,
- das Forschungsschiff „Meteor“ der DFG,
- der Deutsche Wetterdienst (DWD) in Offenbach,
- die Umweltprobenbank des BMU in Jülich und in Münster,
- TERRAMARE in Wilhelmshaven als gemeinsame Küstenforschungsstation der niedersächsischen Universitäten,
- die Biologische Anstalt Helgoland (BAH) mit ihren Forschungsstationen auf Sylt und Helgoland,
- die taxonomischen Sammlungen naturkundlicher Museen in Berlin, Bonn, Frankfurt/Main, Eberswalde und München.

Die Beziehung zwischen den Serviceeinrichtungen und den sie nutzenden auswärtigen Wissenschaftlern sind unterschiedlich geregelt; in vielen Fällen haben sich Nutzerbeiräte bewährt, um den Zugang zu den Serviceeinrichtungen zu optimieren und die Serviceeinrichtungen zu beraten.

Für Wissenschaftler an Hochschulen und Forschungsinstituten ist die vielfach von Großforschungseinrichtungen für die Nutzung ihrer Anlagen geforderte Vollkostenrechnung problematisch. Begründet wird dies mit den Vorschriften des Haushaltsrechts und dem Gebot der Gleichbehandlung von industriellen und öffentlichen Nutzern. Unterschiedlich gehandhabt wird lediglich die Einbeziehung von Overhead-Kosten. Nur wenn die Projekte externer Interessenten auch im Eigeninteresse einer Großforschungseinrichtung liegen, d. h. in dort laufende Forschungsprojekte einbezogen werden können, kann nach den geltenden Vorschriften vom Prinzip der Vollkostenrechnung abgewichen werden. Der Wissenschaftsrat hat in seinen „Empfehlungen zur Zusammenarbeit von Großforschungseinrichtungen und Hochschulen“ empfohlen, Wissenschaftlern aus Hochschulen die Nutzung der Geräte von Großforschungseinrichtungen zu erleichtern. Ferner sollte insbesondere die DLR von Wissenschaftlern aus Hochschulen nicht generell die Übernahme von Vollkosten verlangen, da im Rahmen der Förderung durch die DFG und der Projektförderung der Länder keine Kosten/Ausgaben für die Benutzung von Geräten bei GFE übernommen werden. Das BMFT erstattet im Rahmen der Projektförderung bei Hochschulen die anfallenden Ausgaben, also auch eventuell entstandene Ausgaben für die Nutzung der Geräte von GFE.

Ein gravierendes Problem bei den Dienstleistungen für die Umweltforschung liegt in der geringen Koordination bei der Erhebung von Meßdaten über den Zustand der Umwelt. Sowohl national als auch international gibt es eine Reihe sich überschneidender Meßnetze, die nicht aufeinander abgestimmt sind und deren Nutzung nicht koordiniert wird. Der unkoordinierte Aufbau von Umweltinformationssystemen führt zu unvollständigen, inkompatiblen Daten und damit zu einer defizitären Datenbasis, was angesichts der länderübergreifenden Umweltprobleme als unbefriedigend bezeichnet werden muß. Zugleich führt diese unkoordinierte Entwicklung, auf die der Wissenschaftsrat mehrfach gestoßen ist, zu einem überhöhten Aufwand an öffentlichen Mitteln. Im Sinne einer effektiven Nutzung dieser Daten und einer stärkeren Durchdringung komplexer ökosystemarer und klimatischer Zusammenhänge sollte erreicht werden, daß Daten in einer allgemein kompatiblen und verwertbaren Form erhoben werden. Diese sollen für die Forschung auch außerhalb des für die Gewinnung der Daten verantwortlichen Ressorts zur Verfügung stehen, um so eine Kontinuität in der Gewinnung der Daten zu erreichen.

Seit Beginn der 80er Jahre arbeiten Bund und Länder im Arbeitskreis „Umweltinformationssysteme“ an einem mehrstufigen hierarchischen System eines für alle Bundesländer gültigen Datensatzes. Eine Verwal-

tungsvereinbarung, die die von den Verwaltungen vereinbarten Umweltdaten festlegt („Grunddatenkatalog“), ist in Vorbereitung. Vom BMU wird derzeit ein Konzept für den Aufbau eines bundesweiten, von Bund und Ländern getragenen Umweltbeobachtungssystems erarbeitet, in dem bestehende sektorale Monitoringprogramme verknüpft werden sollen. Der Wissenschaftsrat hält die zentrale Erfassung und Koordination der Umweltinformationssysteme für eine vorrangige Aufgabe des BMU. Er hält es im Interesse der Forschung und eines ökonomischen Mitteleinsatzes in der Forschung für erforderlich, den Zugang der Wissenschaft zu den Umweltinformationssystemen und -daten zu ermöglichen.

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) verfügt über mehrere flächendeckende, meteorologische (einschließlich luftchemischer) Meßnetze, deren Daten für eine Vielzahl wissenschaftlicher Untersuchungen auch außerhalb der vom DWD bestimmten Zwecke von großem Interesse sind. Der DWD ist jedoch unzureichend in die meteorologische/klimatologische Forschung eingebunden, was dazu führt, daß die mit den Meßprogrammen gewonnenen Daten unzureichend wissenschaftlich genutzt werden. Erforderlich ist eine Nutzerinteressen berücksichtigende Regelung des Datenzugangs. Der DWD sollte seine Meßdaten an Hochschulen und öffentliche Forschungsinstitute weitgehend kostenfrei abgeben. – Für Einzelheiten vgl. C. IV. 3.4.

Von seinen technischen und personellen Möglichkeiten her verfügt der DWD über gute Voraussetzungen zur Koordination und zur Durchführung von Meßaktionen auch für externe Nutzer aus der Wissenschaft, so daß diese auf eigene Meßnetze verzichten könnten. Um derartige zentrale Serviceaufgaben übernehmen zu können, die für die Forschung von großer Bedeutung wären, empfiehlt der Wissenschaftsrat dem DWD, sich externen Interessenten stärker zu öffnen. Hier liegt eine wichtige Aufgabe für den Wissenschaftlichen Beirat des DWD, eine Brücke zwischen der Wissenschaft und dem DWD zu bilden.

Wichtige Servicedienste für die Umweltforschung leistet die Umweltprobenbank des Bundes, die im Auftrag des BMU von der KFA in Jülich (Umweltproben) und vom Institut für Pharmakologie und Toxikologie der Universität Münster (Humanorganproben) betrieben wird. Sie stellt unentbehrliches Grundlagenmaterial für die Umweltforschung und für umweltpolitische Entscheidungen bereit. Sie wurde zunächst als Pilotprojekt des BMFT angelegt, ging dann in die Trägerschaft des BMU über und soll bis 2001 ausgebaut werden. Der Wissenschaftsrat hält es angesichts des großen Bedarfs der Forschung an Umweltprobenmaterial für dringend erforderlich, daß die Zeitspanne für den Ausbau der Umweltprobenbank erheblich verkürzt wird. Ferner sollte die Sammlung durch die Einbeziehung von Proben aus den neuen Ländern und durch die Einrichtung zweier weiterer naturnaher Probenentnahmestellen in Neuglobsow und am Kap Arkona ergänzt werden.

Für Umweltbeobachtung und Umweltforschung sind Dauerbeobachtungsprojekte wichtige Informationsquellen, für die eine geeignete organisatorische und finanzielle Trägerschaft erforderlich ist. Umweltmonitoringaufgaben können auf Dauer nicht im Rahmen von Forschungsprojekten finanziert werden, weil die Gefahr besteht, daß mit dem Abschluß von Forschungsprojekten die Meßreihen abgebrochen werden müssen. Eine derartige Problemkonstellation liegt beim bislang vom BMFT geförderten Projekt „Waldschäden“ der BFH Hamburg vor. Die zuständigen Bundesressorts sollten rasch Verständigung darüber erzielen, daß die Meßreihen von der BFH weitergeführt werden können.

Die ökologische Forschung ist für viele Fragestellungen auf taxonomische Sammlungen angewiesen, die üblicherweise in naturkundlichen Museen bearbeitet werden. In den alten Ländern werden derartige Museen mit angeschlossenen Forschungsstätten und überregionaler Bedeutung gemeinsam von Bund und Ländern im Rahmen der Blauen Liste finanziert (Naturkundemuseum Senckenberg in Frankfurt, Museum Alexander Koenig in Bonn). Für die entsprechenden Museen und Sammlungen (insbesondere Naturkundemuseum Berlin, Deutsches Entomologisches Institut Eberswalde) in den neuen Ländern müssen rasch entsprechende Lösungen gefunden werden. – Für Einzelheiten vgl. C. IX. Neue Länder.

III. Empfehlungen zur institutionellen Struktur der Umweltforschung

Die Bestandsaufnahme ergibt, daß die Umweltforschung stärker als viele andere Gebiete außerhalb der Hochschulen angesiedelt ist. Die auf vielen Gebieten unzureichende Verankerung der Umweltforschung in den Hochschulen ist problematisch. Dadurch wird eine systematische Integration von Umweltaspekten in die Lehre erschwert, ebenso die systematische Verwendung der Ergebnisse der Grundlagenforschung für Fragestellungen der Umweltforschung und deren wissenschaftliche Weiterentwicklung. Ziel der Hochschul- und Forschungspolitik sollte es sein, die Rolle der Hochschulen in der Umweltforschung zu stärken. Die vielfach unzureichende Grundausstattung der Hochschulen und die geltenden Bedingungen der Finanzverfassung setzen allerdings einer Verlagerung von Kapazitäten aus außeruniversitären Instituten in die Hochschulen enge Grenzen. Angesichts dieser Ausgangslage empfiehlt der Wissenschaftsrat für die künftige institutionelle Struktur der Umweltforschung die folgenden Leitlinien:

- (1) In den Hochschulen müssen die Bedingungen für die Bildung von interdisziplinären Forschungsschwerpunkten unter Einbeziehung der Rechts-, Wirtschafts-, Sozial und Verhaltenswissenschaften verbessert werden (vgl. Kapitel II. 2.).

- (2) Von entscheidender Bedeutung sind strukturbildende, längerfristig angelegte Formen der Drittmittelförderung für fachübergreifende Themen und Programme (Sonderforschungsbereiche, Graduiertenkollegs, Forschergruppen, Ökosystemforschungszentren, Institute auf Zeit, Forschungsverbände und interdisziplinäre Schwerpunktprogramme) in Ergänzung zur bislang vielfach dominierenden Förderung kurzfristiger Einzelprojekte (vgl. Kapitel IV.).
- (3) Zwischen Arbeitsgruppen, die auf dem gleichen Gebiet arbeiten, sollten Forschungsverbände geschaffen werden, um die Kommunikation zu fördern und gemeinsame Projekte im Rahmen eines übergeordneten Forschungsprogramms zu ermöglichen. Die Forschungsförderer sollten in geeigneten Fällen wirksame Verbundstrukturen zur Bedingung bei der Bewilligung von Fördermitteln machen und die für das Funktionieren der Verbände erforderlichen Managementaufgaben in die Förderung einbeziehen.
- (4) Die Zusammenarbeit zwischen den Sektoren der Forschungslandschaft sollte mit Hilfe des vielfältigen Katalogs erprobter Maßnahmen (gemeinsame Berufungen; gemeinsame SFB, Graduiertenkollegs u. ä.; Beteiligung der Wissenschaftler der Forschungsinstitute an der Lehre) ausgebaut werden. Ziel muß eine Vernetzung der Institutionen und eine so enge Kooperation sein, daß die Verbindung von Forschung und Lehre auch über institutionelle Grenzen hinweg erreicht wird. Mehrere Beispiele zeigen, daß dies möglich ist.
- (5) Erfolgreiche Umweltforschung verlangt nur in wenigen Fällen nach großen Geräten, Mittelkonzentrationen und Managementstrukturen, für die Großforschungseinrichtungen notwendig sind.¹⁷⁾ Anzustreben sind in erster Linie überschaubare Institute kleiner bis mittlerer Größe in enger Verschränkung mit Universitäten, nach der Art der Blauen Liste, wie sie auch von der Max-Planck-Gesellschaft bei den beiden neugegründeten Instituten für die mikrobiologische Grundlagenforschung in Bremen und Marburg realisiert wurden. Dieser Typ außeruniversitärer Forschungseinrichtung in enger Verschränkung mit der benachbarten Universität sollte für die Umweltforschung außerhalb der Hochschulen verstärkt angestrebt werden.
- (6) Nach der Neustrukturierung der Forschung in den neuen Ländern vereint die Blaue Liste eine Reihe von Umweltforschungsinstituten; auf manchen Gebieten (Meeres-, Gewässer-, Klima-, Landnutzungsforschung) einen großen, auf einigen den größten Teil der Forschungskapazitäten Deutschlands. – Der Wissenschaftsrat verweist auf seine „Empfehlungen zur Neuordnung der Blauen Liste“.

¹⁷⁾ Vgl. Kommission Grundlagenforschung: a. a. O., S. 33.

IV. Empfehlungen zur Förderung der Umweltforschung über Drittmittel

Nach den Erfahrungen aus den Besuchen in Hochschulen und Forschungsinstituten hält der Wissenschaftsrat eine ausgewogene Mischung aus institutioneller Grundfinanzierung und erfolgsabhängiger Drittmittelförderung für eine entscheidende Voraussetzung erfolgreicher Forschungsförderung. Aktuell ist die Drittmittelförderung jedoch durch ein Mißverhältnis zwischen Zahl und Umfang der Anträge und den bei BMFT, BMU und DFG zur Verfügung stehenden Finanzmitteln gekennzeichnet. Dies gilt neuerdings auch für die Umweltforschung.

Manche Universitätsinstitute, insbesondere in den finanzschwachen Ländern, die keine Sonderprogramme zur Förderung der Drittmittelforschung durchführen, drohen ihre „Drittmittelfähigkeit“ zu verlieren. Sie sind aus eigener Kraft nicht mehr in der Lage, die zur Einwerbung von größeren Drittmittelprojekten notwendige Grundausstattung zu unterhalten und Vorprojekte bis zur Antragsreife zu finanzieren. Bund und Länder dürfen im Rahmen ihrer jeweiligen Finanzierungszuständigkeiten die Grundausstattung der Universitäten nicht weiter vernachlässigen.

IV. 1. Zur Drittmittelförderung des BMFT

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß das BMFT eine Vielzahl von Projekten der Umweltforschung in den Hochschulen fördert. Es ist dabei, die einzelnen Projekte in längerfristige, koordinierte Forschungsprogramme einzubauen. Erfolgreiche Beispiele hierfür sind die Waldschadensforschung und die Bodenforschung, die dank konzentrierter Verbundförderung entscheidende wissenschaftliche Fortschritte gemacht haben und die Grundlage für die den Ökosystemforschungszentren zugrundeliegenden Konzepte lieferten. Weitere Beispiele sind die Programme in der Meeres- und Klimaforschung. Ein neues Modell stellt das Rahmenkonzept „ökologische Forschung in Stadt- und Industrielandschaften (Stadtökologie)“ dar, das in einigen wenigen Projektverbänden gemeinsam von Wissenschaft und Praxis realisiert werden soll.

Der Wissenschaftsrat hält derartige Ansätze, die nicht kurzatmig angelegt sein dürfen und der Grundlagenforschung genügend Raum lassen müssen, für grundsätzlich geeignet. Er empfiehlt, ein besonderes Augenmerk auf die Einbeziehung wirtschafts-, rechts- und verhaltenswissenschaftlicher Ansätze in die Projektverbände zu legen und bei allen Bemühungen um Koordination den wissenschaftlichen Wettbewerb als Prinzip zur Stimulierung von Leistungen zu beachten. Konkurrierende Ansätze und parallele Vorhaben führen nicht notwendigerweise zu einem unökonomischen Mitteleinsatz.

Die Kommission Grundlagenforschung hat darauf verwiesen, daß die zurückhaltende Unterstützung der Lebens- und Umweltforschung in Deutschland mit der spezifischen Struktur der deutschen Forschung zu tun hat. Als Folge der Aufgabenverteilung zwischen Bund und Ländern ist es für den Bund leichter, große Anlagen und Geräte zu finanzieren und damit die Großforschungseinrichtungen zu unterstützen, als zur Finanzierung von Fördergebieten beizutragen, die, wie weite Bereiche der Lebens- und Umweltforschung, typisch für die Hochschulforschung sind. Die Kommission hat deshalb „... phantasievolle Überlegungen für geeignete Förderinstrumente des BMFT“ angeregt, um „die nicht-geräteintensive Forschung kräftig zu fördern, dabei aber sowohl die weitere Schwächung der Hochschulforschung als auch Konflikte in der Bund-Länder-Dualität zu vermeiden“.18)

Das BMFT unterstützt die Umweltforschung in den Hochschulen u.a. durch Ökosystemforschungszentren, die eine spezielle Form der Verbundforschung darstellen. Nach Ablauf der längerfristigen, aber nicht auf Dauer angelegten Förderung durch das BMFT ist vorgesehen, daß die Finanzierung der Zentren von den Hochschulen bzw. den beteiligten Forschungsinstituten übernommen wird. Seit 1988 sind vier Ökosystemforschungszentren eingerichtet worden:

- Projektzentrum Ökosystem-Forschung im Bereich der Bornhöveder Seenkette (ÖFB), U Kiel;
- Forschungszentrum Waldökosysteme (FZW), U Göttingen;
- Bayreuther Institut für Terrestrische Ökosystemforschung (BITÖK), U Bayreuth;
- Forschungsverbund Agrarökosysteme München (FAM), TU München und GSF Neuherberg.

Hinsichtlich der Förderlaufzeiten sind die Verbundvorhaben des BMFT zur Wasser-/Gewässerforschung an den Universitäten Karlsruhe und Kiel mit den Ökosystemforschungszentren vergleichbar.

Für die neuen Länder hat der Wissenschaftsrat unter naturräumlichen und wirtschaftsgeographischen Gesichtspunkten jeweils ein Zentrum für die Ökosystemforschung in den drei großen Regionstypen Ostseeküste, norddeutsches Tiefland und mitteldeutsche Agrar- und Industrielandschaft empfohlen.19) Für Einzelheiten wird auf C. IX. verwiesen.

18) Kommission Grundlagenforschung: Bericht ... a. a. O., S. 18-19.

19) Wissenschaftsrat: Stand und Perspektiven für die Umweltforschung in den neuen Ländern. Zweiter Zwischenbericht, Köln 1991. In: Wissenschaftsrat: Empfehlungen und Stellungnahmen 1991, Köln 1992, S. 173 ff.

Ebenso wie die mit Hilfe des BMFT geförderten Genzentren in Berlin, Köln, Heidelberg und München²⁰⁾ haben sich die Ökosystemforschungszentren als Organisationsform für eine programmorientierte interdisziplinäre Forschung im Grundsatz bewährt. Ihr Ziel ist es, 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. Die Zentren demonstrieren, wie bei entsprechender Förderung ein überregional abgestimmtes Netz von Schwerpunkten der Umweltforschung in den Hochschulen aufgebaut werden kann. Hiermit ist es gelungen, die Hochschulen wirksam in Förderprogramme des Bundes zur Vorsorgeforschung einzubinden.

Der Wissenschaftsrat sieht in den Ökosystemforschungszentren ein Beispiel für „Institute auf Zeit“. Vor Ablauf ihrer 10- bis 12jährigen Förderung durch das BMFT muß geprüft werden, ob es einen wissenschaftlichen Bedarf für die weitere Förderung gibt. Eine entsprechende Evaluierung durch externe Sachverständige wird bereits gegen Ende der ersten Förderperiode (4 Jahre) praktiziert. Lösungen können darin bestehen, Kapazitäten des Zentrums in fachlich benachbarte Universitätsinstitute zu integrieren oder Teile des Ökosystemforschungszentrums als Forschungszentrum der Universität weiterzuführen. In jedem Fall ist von einer degressiven Förderung durch das BMFT auszugehen. Auch darf der Gedanke der zeitlichen Begrenzung nicht in Vergessenheit geraten, was nicht ausschließt, daß von den beteiligten Wissenschaftlern neue Schwerpunkte und neue Institute auf Zeit gegründet werden.

Voraussetzungen und Bedingungen für solche „Institute auf Zeit“ sind u. a.:

- Qualifizierte disziplinäre Forschung als Träger eines interdisziplinären Schwerpunktes ist vorhanden. Das Engagement der leitenden Wissenschaftler in der Lehre und in der Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses bleibt erhalten.
- Die Förderung wird auf ausgewählte Schwerpunkte mit leistungsfähigen Antragstellern konzentriert und zielt auf eine Stärkung der wissenschaftlichen Grundlagenforschung.
- Angestrebt werden Forschungsverbände mit den Zentren als Mittelpunkt.
- Voraussetzung ist ein eigenes Engagement der Hochschulen bzw. außeruniversitären Forschungsinstitute durch Verlagerung von Ressourcen und Bereitschaft zur längerfristigen Etablierung des Schwerpunktes.

²⁰⁾ Siehe hierzu BMFT: Bundesbericht Forschung 1993, S. 207.

Der Wissenschaftsrat empfiehlt dem BMFT und analog den für die Hochschulen zuständigen Ländern im Rahmen ihrer Fördermöglichkeiten von solchen programmorientierten strukturbildenden Förderverfahren, die die traditionelle Einzelprojektförderung wirksam ergänzen, vermehrt Gebrauch zu machen und auch auf anderen geeigneten Feldern der Umweltforschung solche „Institute auf Zeit“ in den Hochschulen zu fördern. Der Wissenschaftsrat regt an, für die in der deutschen Umweltforschung defizitären Gebiete Ökotoxikologie,²¹⁾ Mikrobiologie und Toxikologie des Bodens, Mikrobiologie des Grundwassers, Taxonomie, Mobilitätsforschung (Umwelt und Verkehr) sowie Tropenökologie, in denen es an leistungsfähigen Schwerpunkten mangelt, jeweils einige „Institute auf Zeit“ in Hochschulen zu gründen. Voraussetzung ist dabei, daß die Programme eine längerfristige (etwa 10 bis 12 Jahre) Stabilität haben, damit sie für die sie tragenden Hochschulen und Länder kalkulierbar bleiben. Besondere Bedeutung hat in den hierfür in Frage kommenden Forschungsfeldern die Einbeziehung relevanter Gebiete der Rechts-, Wirtschafts-, Sozial- und Verhaltenswissenschaft. Die Institute auf Zeit sollten in Verbände mit außeruniversitären Forschungsinstituten eingebunden werden, so daß effiziente Kommunikationsstrukturen und Schwerpunkte ausreichender Größenordnung entstehen, die im internationalen Wettbewerb bestehen können.

Die vier bestehenden Ökosystemforschungszentren haben sich auf Initiative und Unterstützung des BMFT zu einem Forschungsverbund „Terrestrial Ecosystem Research Network – Deutsches Netzwerk Ökosystemforschung“ (TERN) zusammengeschlossen, der der Vernetzung und der gemeinsamen Beantragung von Projekten im Rahmen internationaler Programme (z.B. im Rahmen des Global Change-Programms) dient. TERN ist eine geeignete Organisation, um die Zusammenarbeit zwischen den Ökosystemforschungszentren zu verstärken und zu gemeinsamen Arbeiten auf theoretischen und methodischen Gebieten zu führen. TERN sollte die in den neuen Ländern noch im Aufbau befindlichen Ökosystemforschungszentren aufnehmen und die dortigen Forschungsgruppen bei der wissenschaftlichen und organisatorischen Entwicklung unterstützen. Der Wissenschaftsrat empfiehlt darüber hinaus die Öffnung des TERN für interessierte Gruppen der Ökosystemforschung in Hochschulen und Forschungsinstituten (z.B. das PIK in Potsdam).

Vor einem spezifischen Problem stehen anwendungsorientiert arbeitende Forschungsgruppen der Umwelttechnik, die sich der Forderung des BMFT gegenübersehen, für ihre Forschungsprojekte eine finanzielle Beteiligung eines industriellen Partners zu gewährleisten (Verbundforschung). Für viele Forschungsthemen ist dieser „Zwang zur Kooperation“ eine sinnvolle Auflage. Sie kann jedoch dazu führen, daß die For-

21) „Von einer gezielten Förderung der Umweltforschung würde auch die Toxikologie profitieren.“ DFG: Perspektiven der Forschung und ihrer Förderung, Bonn 1992, S. 203.

schungsprogramme verstärkt auf Entwicklungsarbeiten, die für die kürzerfristig disponierende Industrie von besonderem Interesse sind, ausgerichtet werden. Fragestellungen im Zwischenfeld von Grundlagenforschung, für die grundsätzlich die Förderinstrumente der DFG in Frage kommen, und Entwicklungsarbeiten drohen bei einer zu starken Betonung des Instruments Verbundforschung vernachlässigt zu werden. Hier liegt jedoch ein besonderes Aufgabengebiet für die Ingenieurwissenschaften der Hochschulen. Der Wissenschaftsrat empfiehlt daher, für die FuE-Vorhaben der Umwelttechnik nicht in jedem Fall auf einer finanziellen Beteiligung eines Industriepartners zu bestehen.

IV. 2. Zur Drittmittelförderung der DFG

„Die Aufgabe einer wissenschaftlich fundierten Umweltforschung ist die Zusammensetzung der vielen interagierenden Einzelkomponenten und -faktoren in der ‚Umwelt‘.“²²⁾ Die Bestandsaufnahme der Umweltforschung in den Hochschulen durch den Wissenschaftsrat unterstreicht diese Feststellung der DFG und läßt die Notwendigkeit des vermehrten Einsatzes strukturbildender Förderinstrumente deutlich werden, die vor allem die inter- und intradisziplinäre Zusammenarbeit fördern. In den Rechts-, Wirtschafts-, Sozial- und Verhaltenswissenschaften gibt es hier besonderen Handlungsbedarf, weil ihr für Umweltwissenschaften und Umweltpolitik unverzichtbarer Beitrag bislang allzu gering ist.²³⁾ Neben der Förderung qualifizierter Einzelanträge aus den Disziplinen sollte das Ziel der Förderung der Umweltforschung in den Hochschulen mit Hilfe der bewährten Instrumente der DFG daher sein, Schwerpunkte aufzubauen und dabei der interdisziplinären Zusammenarbeit unter Beteiligung der o.g. geisteswissenschaftlichen Fachgebiete besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

Mit den verschiedenen Förderverfahren verfügt die DFG im Grundsatz über geeignete Instrumente zur Förderung der Umweltforschung, wobei die einzelnen Verfahren in unterschiedlicher Weise von den einzelnen Disziplinen genutzt werden. Interdisziplinäre Projekte der Umweltforschung sind häufig risikobehafteter wegen der Mühen interdisziplinärer Zusammenarbeit. Hinzu kommt, daß die wissenschaftliche Beurteilung

22) Einleitung zum Kapitel Umweltforschung. In: DFG: Perspektiven der Forschung und ihrer Förderung, Bonn 1992, S. 412.

23) Zur allgemeinen Forschungssituation der Sozialwissenschaften: „Die Bemühungen um intra- und interdisziplinäre Forschungskoooperation müssen fortgesetzt werden. Erstens geht es hier um die Erprobung und Weiterentwicklung von Formen der intradisziplinären Verbundforschung, zweitens um die systematische Organisation interdisziplinärer Forschungszusammenhänge in solchen gesellschaftlich bedeutsamen Feldern (z. B. der Umweltforschung, ...), in denen nur eine interdisziplinäre Bearbeitung erlaubt, die Vielschichtigkeit der Zusammenhänge angemessen in den Griff zu bekommen, und damit verhindert, daß einseitige Perspektiven die Entwicklung ungeeigneter politischer Strategien und Maßnahmen zur Problembewältigung begünstigen.“ Vgl. DFG: a. a. O., S. 131.

von den wissenschaftlichen Disziplinen geprägt wird und die besonderen Bedingungen interdisziplinären Arbeitens in Einzelfällen nicht genügend berücksichtigt.

Umweltforschung, wie andere interdisziplinäre Forschungsgebiete auch, bedarf daher mehr noch als ein etabliertes Forschungsgebiet der besonderen Aufmerksamkeit im Begutachtungs- und Förderungsverfahren. Der Wissenschaftsrat empfiehlt, disziplinübergreifende Forschungsprojekte mit Umweltrelevanz gezielt zu ermutigen.

Neben den Schwerpunktprogrammen und den Sonderforschungsbereichen sind die seit wenigen Jahren bestehenden Graduiertenkollegs besonders geeignet, Schwerpunkte interdisziplinärer Forschung zu fördern. Allerdings sind die o.g. geisteswissenschaftlichen Fächer zwar an mehreren Graduiertenkollegs, jedoch nur an einem SFB beteiligt.

Sonderforschungsbereiche

Angesichts der Bedeutung der Umweltforschung und in Hinblick auf die vom Wissenschaftsrat angestrebte breitere Verankerung dieses Forschungsgebietes in den Hochschulen ist eine stärkere Inanspruchnahme dieses Förderinstrumentes für die Umweltforschung erwünscht. Hochschulen, die einen Schwerpunkt in der Umweltforschung entwickeln wollen oder geschaffen haben, sollten sich stärker noch als bisher um einen SFB bemühen. Gruppen leistungsfähiger Wissenschaftler, die einen SFB planen, sollten gezielt für mehrere Jahre mit einer „hochschulinternen Vorlaufforschung“ unterstützt werden, um ihre Forschungsarbeiten zu bündeln und die für einen Antrag notwendigen Arbeiten finanzieren zu können. Entsprechende Vorlauffördermittel z.B. in Baden-Württemberg und Hessen haben sich bewährt.

Bislang gelingt es nicht ausreichend, die für die Umweltforschung notwendige Integration von Erkenntnissen und Methoden aus den Wirtschafts-, Verhaltens- und Rechtswissenschaften in naturwissenschaftlich-technologisch dominierte Forschungsprogramme von SFBs zu integrieren. Der Wissenschaftsrat empfiehlt, entsprechende Initiativen zu ermutigen und stärkeres Gewicht auf interdisziplinäre Zusammenarbeit und echte Gemeinschaftsprojekte von Wissenschaftlern unterschiedlicher Disziplinen zu legen. Hierzu könnten auch Vortragsveranstaltungen, Kolloquien, Ringvorlesungen oder Sommerschulen für die Doktoranden der SFBs beitragen.

Bei Besuchen einiger natur- und ingenieurwissenschaftlicher SFBs, die sich mit Umweltforschung befassen, fand der Wissenschaftsrat eine ungewöhnlich große Zahl von Doktoranden relativ zur Zahl der Professoren. Die Betreuung der Nachwuchswissenschaftler und die Einbindung ihrer Arbeiten in das Gesamtprogramm des SFB erschien bisweilen verbesserungsbedürftig. Hier sollte eine Begrenzung der Zahl der Doktoranden angestrebt werden, damit eine wirksame Betreuung jedes einzelnen möglich bleibt.

Graduiertenkollegs

Die auf dem Gebiet der Umweltforschung eingerichteten Graduiertenkollegs haben sich nach den Eindrücken, die der Wissenschaftsrat bei seinen Besuchen in den Hochschulen gewinnen konnte, als neuartige Organisationsform für die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses bewährt und ebenso als Instrument der Förderung interdisziplinärer Forschungsprojekte Fuß gefaßt. In den erfolgreichen Graduiertenkollegs arbeiten nicht einzelne Professoren mit einzelnen Doktoranden zusammen, sondern eine Gruppe von Hochschullehrern praktiziert oft über Fachbereichsgrenzen hinweg neue Formen der Zusammenarbeit mit Nachwuchswissenschaftlern.²⁴⁾

Hervorzuheben ist, daß es in mehreren Graduiertenkollegs offenbar gelungen ist, Wissenschaftler aus den Rechts- und Wirtschaftswissenschaften für die interdisziplinäre, empirisch orientierte Umweltforschung zu gewinnen. Das Potential dieser Disziplinen gilt es verstärkt für die Umweltforschung zu mobilisieren. Graduiertenkollegs scheinen hierfür geeignet.

Inzwischen gibt es eine Reihe von Initiativen für die Neueinrichtung umweltbezogener Graduiertenkollegs, gerade auch außerhalb der Naturwissenschaften. Allerdings wirkt die niedrige Bewilligungsquote, in die das Programm der Graduiertenkollegs neuerdings geraten ist, entmutigend. Potentiellen Antragstellern aus den Geistes-, Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften mit Aktivitäten in der Umweltforschung sollten von den Hochschulen und ggf. den Ländern gezielt eine Vorlaufförderung zur Vorbereitung von Graduiertenkollegs erhalten. Ferner sollten Lehrveranstaltungen im Rahmen von Graduiertenkollegs auf das Lehrdeputat angerechnet und bei der Berechnung der Zulassungszahlen für das Diplom- und Magisterstudium berücksichtigt werden. Für den seit langem unter hoher Überlast arbeitenden Lehrkörper der Wirtschafts- und Rechtswissenschaften ist dieser Aspekt von besonderer Bedeutung.

Die Professoren, die sich an Graduiertenkollegs beteiligen, müssen im Auge behalten, daß dieses Förderinstrument der Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses durch Forschung und begleitende Lehrveranstaltungen auf komplexen, in der Regel interdisziplinär zu bearbeitenden Forschungsfeldern dient, nicht dagegen zur Finanzierung von Doktoranden für Einzelprojekte.

Weil sich die Sachmittel für die Forschungsprojekte der Doktoranden im Graduiertenkolleg am Aufwand für geisteswissenschaftliche Themen orientieren, lassen sich mit Mitteln der Graduiertenkollegs keine experimentellen Arbeiten finanzieren. Da die Grundausstattung der das Gra-

24) Vgl. DFG: Drei Jahre Graduiertenkollegs. Manuskript, Bonn 1993, S. 134 sowie Wissenschaftsrat: Stellungnahme zur Weiterführung des Graduiertenkolleg-Programms, Schwerin, 20. 5. 1994.

duiertenkolleg tragenden Institute für solche Arbeiten ebenfalls nicht ausreicht, müssen mit erheblichem administrativen Aufwand zusätzliche Drittmittel eingeworben werden. Dies setzt der weiteren Verbreitung der Graduiertenkollegs in der experimentell orientierten Umweltforschung enge Grenzen. Der Wissenschaftsrat empfiehlt, diesem Strukturproblem bei der Weiterentwicklung des Förderinstruments Beachtung zu schenken und nach Lösungen zu suchen. Um den Verwaltungsaufwand und die Beanspruchung von Gutachtern zu senken, sollten die Sachmittelzuweisungen an die Graduiertenkollegs so bemessen werden, daß experimentelle Arbeiten auch ohne die Einwerbung zusätzlicher Drittmittel durchgeführt werden können.

Schwerpunktprogramme

Besonderes Kennzeichen eines DFG-Schwerpunktprogramms ist die überregionale Kooperation der teilnehmenden Wissenschaftler. In einem Schwerpunktprogramm werden thematisch verwandte Einzelprojekte in den Zusammenhang eines Generalthemas gestellt, was den Informationsfluß erleichtert und die Kooperation zwischen Wissenschaftlern verschiedener Institute und Disziplinen fördert. Für den Erfolg eines Schwerpunktprogramms sind die gemeinsamen Veranstaltungen besonders wichtig. Schwerpunktprogramme können eingerichtet werden, wenn die koordinierte Förderung für das betroffene Wissenschaftsgebiet Gewinn verspricht. Von daher sollte dieses Förderinstrument künftig in größerem Umfang für die Förderung der Umweltforschung eingesetzt werden.

Bislang befassen sich von den über 120 Schwerpunktprogrammen 20 mit umweltbezogenen Themen. Mit vier neu eingerichteten umweltbezogenen Schwerpunktprogrammen (von 14) hat die Umweltforschung 1993 ein größeres Gewicht erfahren. Das neue Schwerpunktprogramm „Wandel der Geo-Biosphäre“ widmet sich den geowissenschaftlichen sowie ur- und frühgeschichtlichen Grundlagen terrestrischer Ökosysteme. Das neue Schwerpunktprogramm „Globale Umweltveränderungen: sozial- und verhaltenswissenschaftliche Dimensionen“ greift eine aktuelle Problematik auf. Mit Auswirkungen möglicher globaler Umweltveränderungen befaßt sich das Schwerpunktprogramm „Stoffwechsel und Wachstum der Pflanzen unter erhöhter CO₂-Konzentration“, während im Schwerpunktprogramm „Refraktäre organische Säuren in Gewässern“ Grundlagen für Fragen der Gewässerökologie, Gewässerbewirtschaftung und des Gewässerschutzes erarbeitet werden.

Forschergruppen

In Forschergruppen können Wissenschaftler aus einer Institution oder aus eng benachbarten Instituten verschiedener Trägerschaft mittelfristig angelegte größere Forschungsaufgaben bearbeiten. Durch die Einrichtung von Forschergruppen kann die Gründung eines SFBs vorbereitet werden. Forschergruppen sind ein flexibles Instrument, mit dem auf wechselnde Schwerpunkte des Forschungsinteresses rasch reagiert werden kann.

Dieses Förderinstrument scheint für die Umweltforschung strukturell durchaus geeignet zu sein. Es gibt bislang jedoch nur zwei von insgesamt 73 Forschergruppen, die sich mit Umweltthemen befassen: „Entwicklung von Verfahren zur extensiven, tiergebundenen Grünlandnutzung unter produktionstechnischen, ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten“ an der Universität-Gesamthochschule Kassel sowie „Grundlagen umweltschonender Bodennutzungsstrategien im norddeutschen Tiefland“ an der HU Berlin.

Die Einrichtung von Forschergruppen mit überörtlicher Kooperation, wie sie zur Zeit von der DFG im Rahmen einer Pilotphase geplant wird, wäre für die Umweltforschung willkommen. Es könnte so eine schrittweise Vernetzung der mit Umweltforschung befaßten Arbeitsgruppen mehrerer Hochschulen und Forschungsinstitute erfolgen.

Generell ist das Instrument Forschergruppe nicht so bekannt wie etwa die Sonderforschungsbereiche. Gerade für die Universitäten der neuen Länder könnten Forschergruppen ein geeigneter Einstieg in spätere Formen umfassender Kooperationen und größerer Forschungsverbände sein.

Innovationskollegs

Das BMFT hat vorgeschlagen, in den Hochschulen der neuen Länder auf ausgewählten anwendungsorientierten Forschungsgebieten Innovationskollegs für disziplinübergreifende Kooperationen von Hochschulforschern mit externen Fachleuten einzurichten. Die Trägerschaft für dieses neue Programm hat die DFG übernommen. Angestrebt werden Strukturinnovationen in den Hochschulen, für die als Stichworte Innovation, Technologietransfer, Interdisziplinarität, Internationalität, Zusammenarbeit von Hochschulen und anderen wissenschaftlichen Einrichtungen sowie Stärkung der Hochschulen im Wettbewerb mit den anderen Sektoren der Forschungslandschaft stehen. Die Mittel des Förderprogramms sollen für längere Zeit, jedoch nicht auf Dauer, vergeben werden.

Damit könnten die Innovationskollegs auch zu einem wichtigen strukturbildenden Förderinstrument für die interdisziplinäre Umweltforschung auf bisher in den Hochschulen vernachlässigten Gebieten werden.

IV. 3. Zur Drittmittelförderung an außeruniversitären Instituten

Während in den Hochschulinstituten die Drittmittelfinanzierung vielfach bereits ein Übergewicht erreicht hat, trifft für manche außeruniversitäre Forschungseinrichtung das Gegenteil zu. Der Wissenschaftsrat empfiehlt als Leitlinie, die Grundfinanzierung der außeruniversitären Institute so zu bemessen, daß diese sich vermehrt im Wettbewerb um

Drittmittel für Projekte und Programme bemühen müssen, was bedingt, daß die zuständigen Mittelgeber einen Teil der bisherigen institutionellen Förderung in die Dotierung von Forschungsprogrammen verlagern, bzw. entsprechende Drittmittelfonds gründen. Dieser Grundsatz sollte auch für Ressortforschungseinrichtungen gelten. Die empfohlene Intensivierung des Wettbewerbs um Drittmittel ist an drei Bedingungen geknüpft:

- (1) Den bislang überwiegend institutionell geförderten Einrichtungen (Arbeitsgruppen aus Blaue Liste-Instituten, Großforschungseinrichtungen, Ressortforschungseinrichtungen) muß der uneingeschränkte Zugang zur Drittmittelförderung gewährt werden. Dies ist bislang nicht der Fall.
- (2) Die finanzielle Dotierung der wichtigsten öffentlichen Drittmittelinstrumente (Projekt- und Programmförderung des BMFT, DFG) muß entsprechend erhöht werden.
- (3) Die Ressorts, die Forschung bislang vorrangig institutionell über Ressortforschungseinrichtungen finanzieren (insbesondere gilt dies für das BML), sollten die Mittel für Projektförderung im Gegenzug zur Kürzung der institutionellen Finanzierung erhöhen.

V. Internationale Umweltforschungsprogramme und internationale Kooperation der deutschen Umweltforschung

Auf vielen Themenfeldern bedarf Umweltforschung einer internationalen Konzeption und der Kooperation mit Partnern im Ausland, um grenzüberschreitende Probleme angemessen erfassen, vergleichende Bewertungen ermöglichen und komplexe Analysen globaler Prozesse durchführen zu können. In der Klima-, Meeres- und Polarforschung sind deutsche Wissenschaftler und Institute erfolgreich in die internationalen Programme eingebunden. Dagegen läßt sich in der terrestrischen Umweltforschung die europäische und die globale Dimension noch verstärken.

Förderung von Umweltforschung und Umwelttechnologien durch die Europäische Union

In den Verträgen von Maastricht wird auf allen Feldern des Umweltschutzes eine enge Zusammenarbeit der EU-Mitgliedstaaten vorge-schrieben. Beispiele für die zunehmende Konkretisierung der Absichtserklärungen der EU zum Umweltschutz sind die Vereinbarungen zur Stabilisierung der CO₂-Emissionen auf dem Stand von 1990 und die beabsichtigte Einstellung der FCKW-Produktion bis zum Jahre 1996. Mit dem fünften Umweltprogramm vom April 1992 hat sich die EU vom Konzept der Schadensbeseitigung ab- und der Vorsorge zugewandt.

In der Forschung wurden die Kompetenzen der Union mit den Maastriecher Beschlüssen ausgeweitet. In dem neugefaßten Artikel 130f des EWG-Vertrages wurde die zentrale Zielsetzung der EU-Forschungspolitik aufgenommen. Vordringlich will sie die wissenschaftlichen und technologischen Grundlagen der Industrie der Gemeinschaft stärken und ihre internationale Wettbewerbsfähigkeit fördern.

Von den Mitteln des III. Rahmenprogrammes (1990-1994) in Höhe von ca. 13,2 Milliarden DM (6,6 Mrd ECU) werden für den Umweltbereich ca. 1,17 Milliarden DM (8,9 %) vorgesehen, davon für das Umweltforschungsprogramm 640 Millionen DM, für das Programm Meereswissenschaften und -technologie (MAST II) 230 Millionen DM und für das Umweltinstitut der gemeinsamen Forschungsstelle in Ispra (Italien) 300 Millionen DM. Von den 640 Millionen DM für das Umweltforschungsprogramm entfallen 580 Millionen DM auf die Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben mit Teilnehmern aus mindestens zwei EU-Mitgliedstaaten. 60 Millionen DM sind für flankierende Maßnahmen, z. B. konzertierte Aktionen, Fachveranstaltungen, Maßnahmen zur Bewertung und Umsetzung der Ergebnisse und Verwaltungskosten bestimmt.

Die Fördermittel für FuE-Vorhaben verteilen sich folgendermaßen:

- Bereich 1: Beteiligung an den Programmen zur Erforschung der globalen Umweltveränderung (232 Mio DM),
- Bereich 2: Technologien und technische Verfahren für den Umweltschutz (146 Mio DM),
- Bereich 3: Forschung über wirtschaftliche und soziale Aspekte von Umweltfragen (34 Mio DM),
- Bereich 4: Naturkatastrophen und technologische Risiken (168 Mio DM).

Etwa 95 % der nach Deutschland fließenden Mittel gehen an Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen. Der Anteil von Vorhaben unter deutscher Projektleitung beträgt rd. 15 %.

Auf der Basis einer französisch-deutschen Initiative wurde 1985 EUREKA etabliert, um durch verstärkte grenzüberschreitende Zusammenarbeit von Unternehmen und Forschungseinrichtungen eine europäische Technologiegemeinschaft zu schaffen. In der Umweltforschung ist EUREKA vor allem durch eine Reihe von Schirmprojekten (EUROMAR, EUROCARE und EUROENVIRON) präsent. EUROMAR dient der Entwicklung, Anwendung und erfolgreichen Nutzung von Europas mariner Technologie. EUROCARE dient der Konservierung und Restaurierung europäischer Baudenkmäler. EUROENVIRON konzentriert sich auf die terrestrische Umwelt. In dem Projekt EUROTRAC (Euro-

pean Experiment on Transport and Transformation of environmentally relevant Traceconstituents in the Troposphere over Europe) arbeiten Wissenschaftler der Meteorologie, Physik, Chemie, Biologie, Informatik und Ingenieurwissenschaften daran, verlässliche Daten und wissenschaftliche Erkenntnisse über die Verteilung von Schadstoffen in der Troposphäre über Europa zu erlangen. EUROTRAC ist das größte umweltbezogene Einzelprojekt im Rahmen von EUREKA. Deutschland ist hier besonders stark engagiert.

Für die Meeres- und Polarforschung hat ein von EU und Europäischer Science Foundation (ESF) gemeinsam eingesetztes Beratungsgremium (ECOPS) unter deutscher Federführung vier Felder für europäische Kooperationen identifiziert, die mit Förderung der EU in den nächsten 10 Jahren gemeinsam von den Mitgliedstaaten bearbeitet werden sollen: arktischer Ozean, Tiefsee, ozeanische Vorhersagesysteme und tiefe Eisbohrungen in der Antarktis.

Der Wissenschaftsrat begrüßt die verstärkte Förderung der Umweltforschung durch die EU. Der den EU-Programmen inhärente Zwang zu grenzüberschreitender Zusammenarbeit ist für viele Gebiete der Umweltforschung vorteilhaft. Es ist jedoch festzustellen, daß die deutsche Umweltforschung in einigen Sektoren immer noch zu wenig Einfluß auf die Förderprogramme der EU hat, und auch bisher von diesen nicht adäquat profitiert.

Die Ursachen hierfür sind vielschichtig. Die Vertretung der deutschen Interessen in diesem Bereich und der Informationsaustausch ist zwar in den letzten Jahren verstärkt worden, aber immer noch nicht befriedigend; insbesondere die kleineren Forschungseinrichtungen fühlen sich durch den bürokratischen Aufwand und die Suche nach geeigneten ausländischen Partnern überfordert. Sie ziehen daher nationale Förderprogramme vor. Die 1991 erfolgte Gründung der „Koordinierungsstelle EG der Wissenschaftsorganisationen“ (KOWI) mit Büros in Brüssel und Bonn durch die deutschen Wissenschaftsorganisationen ist ein wichtiger Schritt, um wirksame Hilfe bei der Erstinformation potentieller Antragsteller und Unterstützung bei der Suche nach Forschungspartnern in anderen EU-Ländern zu leisten. Die ad personam von der Europäischen Kommission berufenen Berater und die institutionell tätigen staatlichen Repräsentanten für die deutsche Forschung in der EU müssen weitere Anstrengungen unternehmen, die deutsche Forschung schon in die frühen Phasen der Programm- und Projektplanung einzubinden. Sie sind dabei auf das Engagement und die Mitarbeit deutscher Forscher angewiesen. Wichtig ist ferner, daß das Antragsverfahren entbürokratisiert wird und die Erfolgchancen für qualifizierte Anträge verbessert werden. Die Programme sollten so konzentriert werden, daß Aufwand und Ertrag einer Beteiligung an EU-Programmen für die Wissenschaftler in einem vernünftigen Verhältnis stehen.

Deutsche Beiträge zu internationalen Programmen

Deutsche Umweltwissenschaftler sind in zahlreiche globale Forschungsprogramme und -projekte eingebunden. Das als deutscher Beitrag zum Weltklimaprogramm konzipierte Klimaforschungsprogramm des BMFT wurde 1982 verabschiedet. 1989 hat das BMFT einen Förderschwerpunkt „Treibhauseffekt“ eingerichtet, um künftige globale Klimaänderungen unter veränderten Konzentrationen der klimarelevanten Spurenstoffe vorherzusagen. Im Rahmen der Atmosphärenforschung wurde 1986 der Förderschwerpunkt „physikalisch-chemische Prozesse in der Atmosphäre“ etabliert und seit 1988 im wesentlichen in das EUREKA-Projekt EUROTRAC integriert. Im Rahmen des Projektes EURO SILVA arbeiten europäische Wissenschaftler seit 1992 an gemeinsamen Forschungsprojekten zur Physiologie von gesunden, gestressten und kranken Bäumen.

1971 hat die UNESCO das Programm „Der Mensch und die Biosphäre“ (MAB) auf den Weg gebracht. Es umfaßt weltweit das gesamte Spektrum der Ökosysteme der festen Erde, des Süßwassers und der Küsten. Aufgabe ist es, wissenschaftliche Grundlagen für eine nachhaltige Nutzung und die Erhaltung der natürlichen Ressourcen zu erarbeiten. Disziplinübergreifend wird ein ökosystemarer Ansatz verfolgt, in dem auch die Wechselwirkungen zwischen natürlicher und sozialer/gesellschaftlicher Sphäre erfaßt werden. Im Jahre 1993 wurden Prioritätsbereiche festgelegt:

- Erhaltung und nachhaltige Nutzung der Biodiversität,
- neue Ansätze für nachhaltige Entwicklung,
- Umweltbildung, Information,
- Ausbildung, Training, Strukturverbesserung,
- Umweltbeobachtung.

Neben der Forschung ist auch die Ausbildung jüngerer Wissenschaftler und zukünftiger Entscheidungsträger Anliegen von MAB. Hierzu werden internationale Postgraduiertenkurse eingerichtet.

Aufgaben des deutschen Nationalkomitees unter dem Vorsitz des BMU sind die Koordination und die wissenschaftliche Betreuung des nationalen MAB-Beitrags. Das Komitee hat eine Geschäftsstelle im Bundesamt für Naturschutz in Bonn-Bad Godesberg. Deutsche Beiträge zum MAB sind vor allem die Ökosystemforschungszentren und Ökosystemforschungsprogramme. Finanziert werden diese Projekte von BMFT, BMI und BMU, der DFG sowie den beteiligten Ländern.

Ein weiterer Schwerpunkt der MAB-Arbeit ist die Errichtung eines weltumspannenden Netzes von Schutzgebieten, sogenannten „Biosphärenreservaten“, das sämtliche Ökosystemtypen der Welt erfassen soll. Hauptanliegen der Biosphärenreservatkonzeption ist die Erhaltung der natürlichen Funktionsfähigkeit der Ökosysteme. Gleichzeitig dienen

diese langfristig gesicherten Areale aber auch der Schaffung einer globalen Umweltbeobachtung. Außerdem stehen Biosphärenreservate der Forschung für wissenschaftliche Analysen, die die Funktion natürlicher Ökosysteme, die Nutzungsmöglichkeiten dieser Ressourcen sowie die Entwicklung von Ökosystemen betreffen, zur Verfügung. In Deutschland sind zwölf Biosphärenreservate angelegt.

Koordination globaler Programme

Für die großen Umweltproblemfelder sind folgende internationale Koordinationsgremien eingesetzt:

- Die Abstimmung des Weltklimaforschungsprogramms (WCRP) der World Meteorological Organization (WMO) und des International Council of Scientific Unions (ICSU) erfolgt im Joint Scientific Committee (JSC) sowie Committee on Climatic Changes and the Oceans (CCCO).
- Der neueste wissenschaftliche Kenntnisstand zum Ozonproblem wird regelmäßig im Coordination Committee on the Ozonlayer (CCOL), einem Gremium des United Nations Environment Programme (UNEP), zusammengetragen und bewertet. Im CCOL sind die Mitgliedsstaaten der UNEP, multinationale Organisationen (z.B. EU, OECD), Fachorganisationen (z.B. WMO) sowie die ICSU und die chemische Industrie vertreten.
- Im Rahmen des Internationalen Geosphären-Biosphären-Programms (IGBP) sollen die Wechselwirkungen der globalen physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse und die insbesondere durch den Menschen beeinflussten Änderungen beschrieben und analysiert werden.
- In der Erforschung der humanen Dimensionen globaler Umweltveränderungen haben sich seit 1991 zwei unabhängige Entwicklungen ergeben. Im Bereich des International Social Science Council (ISSC) erfolgt die internationale Abstimmung im Standing Committee on the Human Dimensions of Global Change (HDGC). Noch keine festen internationalen Koordinationsstrukturen haben sich in dem Programm Human Dimensions of Global Change herausgebildet, an denen die International Federations of Institutes of Advanced Studies (IFIAS), die United Nation University (UNU) sowie die United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO) arbeiten.
- Unter dem Dach von ICSU will das Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE) die verfügbaren Informationen über die Wechselwirkungen zwischen Mensch und Umwelt auswerten, methodische Fragen zur Messung von Umweltparametern bearbeiten, die laufende Forschung beobachten und Umweltforschungseinrichtungen unterstützen.

- Deutschland ist sowohl im Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR) sowie dem Scientific Committee on Oceanic Research (SCOR), in deren Aufgabenbereich auch die internationale Abstimmung zählt, vertreten. Beide Organisationen sind unter dem Dach von ICSU angesiedelt.

Internationale Langzeitbeobachtungen und -serviceprogramme mit wesentlicher Bedeutung für die Ozean- und Klimaforschung sind u. a.:

- Forschungsprogramme wie das World Ocean Circulation Experiment (WOCE), das Tropical Ocean and Global Atmosphere Programme (TOGA) oder die Joint Global Ocean Flux Study (JGOFS), die durch das gemeinsam von der World Meteorological Organization (WMO) und der Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) der UNESCO getragene Integrated Global Ocean Services System (IGOSS) sowie die IOC Programme für den internationalen ozeanographischen Datenaustausch (IODE) und das Global Sea-Level Observing System (GLOSS) unterstützt werden.
- Geplant ist, für die langfristige Überwachung der Meere und der Küstenregionen ein Global Ocean Observing System (GOOS) als Bestandteil des übergeordneten Global Climate Observing System (GCOS) bei der IOC zu errichten.
- Im Rahmen des World Climate Research Programme (WCRP) hat der Bundesminister für Verkehr (BMV) im Deutschen Wetterdienst (DWD) mit BMFT-Förderung das Weltzentrum für Niederschlagsklimatologie eingerichtet. Der DWD stellt auch langjährige Klimadatenreihen aus seinem Beobachtungsprogramm zur Verfügung.
- Die Weltdatenbank für Wasserabfluß (Global Runoff Data Centre) wurde in der Bundesanstalt für Gewässerkunde eingerichtet.
- Von Handelsschiffen aus werden Temperaturmessungen als Beitrag zu WOCE durchgeführt, deren Daten im Deutschen Ozeanographischen Datenzentrum in der Meeresumwelt-Datenbank (MUDAB) gespeichert sind.

Der Wissenschaftsrat stellt fest, daß die deutschen Forschungsinstitute sich in beträchtlichem Maße an internationalen Programmen der Umweltforschung beteiligen. Beim deutschen Beitrag zum „Man and the Biosphere-Programme“ handelt es sich allerdings überwiegend um die Schaffung von Ökosystemzentren und Biosphären-Reservaten, die primär nationalen Interessen dienen. Von globalerem Interesse sind Beiträge zu den verschiedenen Projekten im Rahmen von Global Change- und Weltklima-Programmen, insbesondere im marinen und polaren Bereich.

Im Vergleich zum deutschen Finanzaufwand für die beschriebenen Projekte und Programme ist die Rolle der deutschen Wissenschaft bei der Konzipierung und Steuerung dieser Programme meist bescheiden. Ursache hierfür dürfte z. T. die relativ kleine Anzahl deutscher Wissenschaftler mit ausreichender Erfahrung in internationalen Gremien, Organisationen und Planungsstäben sein. Der Wissenschaftsrat empfiehlt Bund und Ländern sowie den Institutsdirektoren, Nachwuchswissenschaftler zu fördern, wenn sie sich für derartige Aufgaben engagieren.

Der Wissenschaftsrat bedauert, daß in Deutschland zu wenig Vorschläge für erfolgversprechende internationale Programme gemacht werden. Er schlägt vor, daß die verschiedenen für die Behandlung von Fragen des Umweltschutzes und der Umweltforschung eingesetzten Beiräte und Kommissionen deutsche Projektvorschläge für internationale Umweltprogramme entwickeln.

Kooperation mit der Umweltforschung in Osteuropa

In jüngster Zeit ist im Rahmen von Diskussionen zum „Global Change“ verstärkt auf die globalen – und damit auch auf Deutschland einwirkenden – Folgen der Umweltschäden in den Tropen und Subtropen hingewiesen worden.²⁵⁾ Entsprechendes gilt für die Umweltschäden in Mittel- und Osteuropa, die nach Art und Umfang den in der DDR entstandenen und jetzt noch nachwirkenden sehr ähnlich sind. In Osteuropa gibt es ein Potential qualifizierter Natur- und Ingenieurwissenschaftler, die an Umweltforschung interessiert sind. Dieses Potential gilt es in der gegenwärtigen Phase wirtschaftlicher Not und der politischen und organisatorischen Umstrukturierung durch partnerschaftliche Kooperation arbeitsfähig zu erhalten und in Gemeinschaftsprojekte einzubinden. Der Wissenschaftsrat hat in seinen Zwischenberichten zur Umweltforschung in den neuen Ländern auf deren Potential für Kooperationen mit Umweltforschern in Osteuropa hingewiesen. Hierauf wird verwiesen.

Das BMFT hat im Rahmen der wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit ein gesondertes Hilfsprogramm aufgelegt, aus dem deutsche Forschungseinrichtungen FuE-Mittel an Institutionen in Mittel- und Osteuropa vergeben können. Die geförderten Projekte decken ein breites Themenspektrum ab, innerhalb dessen ökologische Fragestellungen zunehmend einen Schwerpunkt bilden. Ein Verbindungsbüro zu Osteuropa ist bei der DLR in Köln im Aufbau.

In Kooperation mit der Gemeinschaft Unabhängiger Staaten (GUS) sind mittlerweile zwei Aktivitäten zur Ökologie angelaufen. Unter Beteiligung Karlsruher Gewässerforscher wird das Oka-Projekt betrieben. Darüber hinaus gibt es ein gemeinsames Arbeitsprojekt zum Aral-See.

25) Vgl. hierzu A. II. 12.

Der Wissenschaftsrat begrüßt die Einbeziehung von Aspekten des Umweltschutzes in Form von Vermeidungsstrategien und Sanierungsmaßnahmen in Mittel- und Osteuropa. Er vermißt dabei aber eine ausreichende Stärkung der Umweltwissenschaften in diesen Ländern. Ziel der deutschen Aktivitäten sollte es daher sein, die dortigen Hochschulen und Forschungseinrichtungen in die Lage zu versetzen, die nationale Umweltprobleme zu erforschen und Sanierungsmaßnahmen und Vermeidungsstrategien zu entwickeln. Hierfür ist eine intensive Einbeziehung der deutschen Umweltwissenschaftler in die Formulierung und Betreuung der von der Bundesregierung getragenen (oder im Rahmen europäischer und globaler Programme mitgetragenen) Projekte unerlässlich. Der Wissenschaftsrat empfiehlt, zur Intensivierung dieser Kooperationen einen Fonds für den Wissenschaftler austausch und für gemeinsame Forschungsprojekte einzurichten.

VI. Empfehlungen zur umweltbezogenen Lehre

Das Interesse der Studenten an umweltbezogenen Fachgebieten, Studienrichtungen und Studiengängen ist seit Jahren außerordentlich groß und übersteigt die hierfür in den Hochschulen zur Verfügung stehenden Studienmöglichkeiten. Obwohl das Studienangebot durch Ausbau und Umwidmung von umweltbezogenen Fächern an Universitäten und Fachhochschulen spürbar erweitert wurde, gelten für die entsprechenden Studiengänge vielfach Zulassungsbeschränkungen (Biologie, Geoökologie, Forstwirtschaft, Landespflege, Landschaftsplanung).

Die rasche Ausweitung der umweltbezogenen Studienangebote, die Schwierigkeiten in der Abgrenzung derartiger Studiengänge von den etablierten Studiengängen und die Uneinheitlichkeit in der Terminologie haben zu einer unübersichtlichen Lage geführt. Die Studienangebote lassen sich vier Hauptrichtungen zuordnen:

- a) Naturwissenschaftlich-analytische Ausrichtung. Dabei steht das Verständnis der in der Natur ablaufenden Prozesse und der hierfür notwendigen Methoden und fachwissenschaftlichen Erkenntnisse im Vordergrund. Derartige Studiengänge in den Umweltwissenschaften bauen auf einem naturwissenschaftlichen Grundstudium (Mathematik, Physik, Chemie, Biologie) auf und betonen dann unterschiedliche Schwerpunkte (Meteorologie, Biologie, Geologie). Ein Beispiel hierfür sind die speziellen Studiengänge für Geoökologie in Bayreuth, Karlsruhe und Braunschweig sowie die Studienrichtung Ökologie (wissenschaftlicher Naturschutz) im Rahmen des Biologie-Studiengangs u. a. in Greifswald, Hamburg, Marburg und München. Entsprechende Planungen gibt es auch in der Chemie für spezielle Studiengänge zur Umweltchemie und Toxikologie.
- b) Bodenkundlich-pflanzenbauliche Ausrichtung. Das Profil dieser Studiengänge bzw. Fachrichtungen ist von den angewandten Naturwis-

senschaften der Agrar- und Forstwissenschaften geprägt und wird teilweise durch die agrar- und forstwissenschaftlichen Produktionsverfahren und deren Bezug zur Umwelt bestimmt. Beispiele hierfür sind die auf einem primär naturwissenschaftlichen Grundstudium aufbauenden Fachrichtungen Agrarökologie, Landwirtschaft und Umwelt, Bodenschutz und Umweltgestaltung u.a., die inzwischen mit diesen oder ähnlichen Bezeichnungen an allen Landwirtschaftlichen Fakultäten der Universitäten und an mehreren Fachhochschulen eingerichtet wurden.

- c) Planerisch-gestalterische Ausrichtung mit vorwiegend naturwissenschaftlichem Grundstudium. Hier kommen naturwissenschaftliche ebenso wie sozio-ökonomische und gestaltende Fachgebiete zusammen. Beispiele hierfür sind die Studiengänge Landespflege, Landeskultur, Landschaftsarchitektur und Landesplanung, die an einer Reihe von Universitäten und Fachhochschulen angeboten werden.
- d) Ingenieurwissenschaftlich-technische Ausrichtung. Hier ist ein ingenieurwissenschaftlicher Studiengang (entweder Bau-Ingenieurwesen oder Maschinenbau/Verfahrenstechnik) auf die Konstruktion umwelttechnischer Anlagen ausgerichtet. Beispiele sind die grundständig spezialisierten Studiengänge Umwelttechnik an den Technischen Universitäten Berlin, Cottbus und Stuttgart sowie an einer größeren Zahl von Fachhochschulen. Auch die entsprechenden Schwerpunkte Umwelttechnik oder Abfalltechnik im Rahmen der Studiengänge für Bau-Ingenieurwesen oder Maschinenbau, die es an vielen Universitäten und Fachhochschulen gibt, gehören zu dieser Gruppe umwelttechnischer Studiengänge.

Bemerkenswert ist das große Angebot an Aufbau- und Zusatzstudiengängen mit umweltbezogenen Inhalten, die von Universitäten und Fachhochschulen eingerichtet wurden. Es gibt inzwischen rd. 100 verschiedene weiterführende Studienangebote mit den Stichworten Umwelt, Umweltwissenschaften, Umwelttechnik u.ä., die z.T. als berufsbegleitende Weiterbildungskurse, z.T. als Aufbaustudiengänge konzipiert sind.²⁶⁾

Über derartige umweltbezogene Studiengänge hinaus gibt es spezielle Lehrveranstaltungen und Prüfungsfächer zu Umweltthemen in einer Reihe anderer Studiengänge, auch der Wirtschafts-, Gesellschafts- und Rechtswissenschaften. Hierbei handelt es sich um die Anwendung z.B. der ökonomischen Fachdisziplinen (i.d.R. Finanzwissenschaft) auf Fragestellungen der Ressourcenwirtschaft und der Umweltpolitik.

²⁶⁾ Siehe hierzu auch HRK: Weiterführende Studienangebote, Bonn 1993, sowie Umweltbundesamt: Studienführer Umweltschutz, Berlin 1993.

Stellungnahme

Ebenso wie für die Forschung gilt auch für die Lehre, daß die Umwelt nicht Gegenstand einer speziellen wissenschaftlichen Disziplin und eines hierauf spezialisierten Studiengangs sein kann. Erkenntnisse über die Umwelt und das Verständnis der vielfältigen Zusammenhänge zwischen Mensch und Umwelt sollten in allen einschlägigen Studiengängen gelehrt werden. Die Komplexität des Gegenstandes läßt es nicht zu, Umwelt zum Reservat einer oder weniger Fachdisziplinen oder spezialisierter Studiengänge zu machen. Vielmehr gilt es, den Bezug zur Umwelt in allen einschlägigen Studiengängen zu thematisieren und entsprechende Lehrangebote zu entwickeln. Entsprechend diesem allgemeinen Grundsatz kommt der Wissenschaftsrat zu folgenden Stellungnahmen und Empfehlungen:

- (1) Die Integration des Themas Umwelt und Schutz der Umwelt in das Angebot der Diplomstudiengänge ist vielfach erst in Ansätzen gelungen. Die große Bedeutung der Prävention von Umweltproblemen macht es erforderlich, Umweltbezüge bereits sehr früh im Studienverlauf, während der Erstausbildung zu thematisieren und diese Aufgabe nicht nur Aufbaustudiengängen zu überlassen. Viele Fachbereiche erfüllen in dieser Hinsicht die Erwartungen von Gesellschaft und Studenten nicht. Unterentwickelt ist das für die Umweltthematik wichtige interdisziplinäre Angebot, wobei die größten Defizite bemerkenswerterweise im Angebot der Wirtschafts- und Gesellschaftswissenschaften an die Natur- und Ingenieurwissenschaften bestehen. Hier ist der Dialog der Fachdisziplinen besonders verbesserungsbedürftig.
- (2) Weiterführende Studienangebote mit spezieller Umweltthematik sind besonders wichtig für die Weiterbildung im Beruf stehender Hochschulabsolventen, die sich mit Umweltproblemen beschäftigen. Hier gibt es bereits einige Angebote der Hochschulen, die sich noch ausweiten lassen. Dagegen sind Aufbaustudiengänge in Vollzeitform, die im Anschluß an ein grundständiges Studium absolviert werden, ambivalent zu beurteilen.²⁷⁾ Sie können einen ersten Schritt zur Studienreform und zur Integration von Umweltthemen in das Lehrangebot eines Fachbereichs darstellen. Dabei darf es jedoch nicht bleiben, denn Aufbaustudiengänge verlängern die ohnehin bereits langen Studienzeiten. Sie sind auf Dauer nur dann zu rechtfertigen, wenn das vorhergehende Studium in vier bis fünf Jahren an Universitäten und vier Jahren (einschließlich Praxissemester) an Fachhochschulen absolviert wurde. Der Wissenschaftsrat hat den Eindruck gewonnen, daß Aufbaustudiengänge in manchen Fällen Ausdruck der Schwierigkeiten sind, im Wege einer durchgreifenden Studienreform ausreichend Spielraum für umweltbezogene Veranstaltungen im Diplomstudium zu schaffen.

27) Vgl. Wissenschaftsrat: 10 Thesen zur Hochschulpolitik, Köln 1993, S. 47.

- (3) Die Komplexität des Gegenstandes verbietet einheitliche Lösungen für grundständige umweltbezogene Studiengänge. Diese werden im Regelfall auf einem naturwissenschaftlichen Grundlagenstudium aufbauen und dann unterschiedliche Schwerpunkte setzen. In vielen Fällen erscheint es sinnvoll, wenn nach dem Grundstudium eine auf Umweltfragen ausgerichtete Fachrichtung angeboten wird. Hier sollten im Regelfall auch spezielle ökonomische, juristische und gesellschaftswissenschaftliche Lehrinhalte angeboten werden.
- (4) Die Antwort auf die Frage, ob diese Studienrichtungen von Anfang an spezialisiert angeboten werden und einen eigenen Abschluß haben, z.B. Diplom-Umweltwissenschaftler, Diplom-Umweltingenieur o.ä., hängt davon ab, wie breit auf Dauer der berufliche Einsatz für derartige Hochschulabsolventen ist. Wesentlich ist die Qualität der Ausbildung, die durch einerseits fachwissenschaftliche Kompetenz und andererseits ausreichendes Verständnis der Methoden und Ergebnisse anderer relevanter Disziplinen charakterisiert sein sollte. Hierfür ist ein erheblicher Anteil von Labor- und Geländeübungen, Exkursionen und praktischen Studienarbeiten erforderlich, der einen entsprechenden Personalaufwand bedingt.
- (5) Vor allem naturwissenschaftliche umweltbezogene Universitätsstudiengänge bereiten auf den Beruf eines allgemeinen „Umweltwissenschaftlers“ vor. Außerhalb der Hochschulen und Forschungsinstitute gibt es jedoch nur wenige Arbeitsmöglichkeiten für Umweltwissenschaftler ohne ausreichende technische oder planerisch-sozioökonomische Kompetenzen. Im Hinblick auf den Arbeitsmarkt sollten deswegen vor allem anwendungsorientierte Studiengänge entwickelt werden, die auf der Basis wissenschaftlicher Grundlagen (z.B. über terrestrische Ökosysteme) Lösungen für umweltverträgliche Landnutzungen behandeln. Angesprochen sind hier neben den Universitäten vor allem die Fachhochschulen. Deren Fachbereiche für Forstwirtschaft, Gartenbau, Landespflege und Landbau bieten eine geeignete Basis für die Entwicklung anwendungsorientierter Studiengänge, die naturwissenschaftliche Grundlagen, Kenntnisse der Natur- und Landschaftsnutzung und Kenntnisse sozioökonomischer Fachgebiete miteinander verbinden.

Der Wissenschaftsrat hat den Eindruck gewonnen, daß der rasche Ausbau umweltbezogener Lehrangebote, Fachrichtungen und Studiengänge in Fächern wie Geographie, Geologie, Agrarwissenschaften, Bauingenieurwesen und neuerdings auch Chemie auf die Sorge um den Erhalt der Ressourcen für das Fach zurückzuführen ist, die angesichts momentan rückläufiger Studienanfängerzahlen zur Disposition gestellt werden könnten. Die Folge sind unkoordinierte Studienangebote und in Einzelfällen auch, daß vorschnell Studenten in großer Zahl für Studienrichtungen zugelassen werden, für die noch nicht genügend qualifizierte Dozenten vorhanden sind. Die Zulassung zu Studiengängen und Fachrichtungen sollte sich an den tatsächlich vorhandenen Studienmöglichkeiten

einschließlich der Plätze für Laborübungen und Diplomarbeiten bemessen, um die Qualität der Ausbildung gewährleisten zu können.

Viele Studenten, die umweltbezogene Studiengänge, Fachrichtungen und Aufbaustudiengänge wählen, erhoffen sich davon verbesserte Chancen auf dem Arbeitsmarkt. Tatsächlich haben sich jedoch die beruflichen Einsatzmöglichkeiten als begrenzt erwiesen. Der Bedarf an FuE über die Umwelt ist weitaus größer als das Angebot an Arbeitsplätzen für diplomierte und promovierte Absolventen umweltbezogener Studiengänge. Besonders Interessenten für Aufbaustudiengänge, aber auch Interessenten für eine Promotion in einem theoretischen Gebiet – z.B. der Ökosystemforschung – sollten auf diesen Sachverhalt aufmerksam gemacht werden, um späteren Enttäuschungen vorzubeugen.

In den „10 Thesen zur Hochschulpolitik“ hat sich der Wissenschaftsrat gegen eine enge Ausrichtung der Hochschulpolitik am „Arbeitskräftebedarf“ ausgesprochen: „Die Vergangenheit hat gezeigt, daß es keine gesicherten Kenntnisse vom längerfristigen Qualifikationsbedarf der gewerblichen Wirtschaft, des öffentlichen Dienstes und der freien Berufe gibt. Nach den Erfahrungen mit Ergebnissen der Forschung zum Arbeitskräftebedarf wird es solche Informationen in der für Zwecke der Bildungsplanung notwendigen Genauigkeit auch künftig nicht geben. Die Hochschulpolitik sollte sich deswegen weiterhin grundsätzlich am Bildungs- und Ausbildungsinteresse der jungen Generation orientieren. Sie darf jedoch Erfahrungen aus dem Übergang vom Bildungs- ins Beschäftigungssystem nicht außer acht lassen und muß Indikatoren wie Wechsel der Absolventen in Aufbaustudien, Eintritt in Qualifizierungsmaßnahmen der Arbeitsämter, Risiko der Arbeitslosigkeit und Übertritt in einen Beruf berücksichtigen.“²⁸⁾

Im Sinne dieser Leitlinie empfiehlt der Wissenschaftsrat den Hochschulen und den Ländern:

- Die Hochschulen sollten Lehrveranstaltungen, die für ein fachübergreifendes Studienprogramm geeignet sind, zusammenfassen bzw. entwickeln und es ergänzend zum Angebot der Studiengänge in geeigneten Formen (z.B. Ringvorlesungen, Angebote eines Studium Generale) anbieten.
- Die Integration umweltbezogener Lehrinhalte in das grundständige Studium muß weitergehen. Dies ist eine Aufgabe der Studienreform. Studienreform sollte Vorrang vor dem Neuaufbau von Kapazitäten haben.
- Umweltbezogene Studiengänge bedürfen eines ausreichenden fachwissenschaftlichen Fundaments und entsprechend auf diese Studien-

28) Wissenschaftsrat: 10 Thesen ..., a. a. O., S. 26.

gänge ausgerichteter Lehrinhalte aus anderen Disziplinen, insbesondere der Wirtschafts-, Rechts- und Gesellschaftswissenschaften.

- Das Angebot an Aufbaustudiengängen mit umweltbezogenen Lehrinhalten sollte im Hinblick auf den Übergang der Absolventen in den Arbeitsmarkt überprüft werden.

Anhang 1:

Übersichten über umweltbezogene Studienangebote

Die nachfolgenden Übersichten wurden in der Geschäftsstelle des Wissenschaftsrates auf der Basis der Angaben der Hochschulen sowie ergänzender Materialien erstellt. Sie beschreiben die Situation in den Jahren 1992 und 1993. Angesichts unterschiedlicher Bezeichnungen und von Unterschieden in der Auffassung, was ein „umweltbezogener Studiengang“ ist, können die nachfolgenden Zusammenstellungen keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben.

Übersicht I: Studiengänge mit umweltbezogenen Studienschwerpunkten an Universitäten

Übersicht II: Studiengänge mit umweltbezogenen Studienschwerpunkten an Fachhochschulen

Übersicht III: Umweltbezogene Zusatz-, Aufbau-, Postgradual-, Ergänzungs-, Erweiterungs-, Kontakt- und Weiterbildungsstudiengänge an Universitäten

Übersicht IV: Umweltbezogene Zusatz-, Aufbau-, Postgradual-, Ergänzungs-, Erweiterungs-, Kontakt- und Weiterbildungsstudiengänge an Fachhochschulen

Übersicht I

Studiengänge mit umweltbezogenen Studienschwerpunkten
an Universitäten
(in Klammern: Schwerpunkte, Haupt- oder Nebenfächer,
Fach- und Vertiefungsrichtungen)

Universität	Studiengänge
<i>Agrar-, Gartenbau- und Forstwirtschaft</i>	
HU Berlin	Agrarwissenschaften (Fachrichtung Fischwirtschaft und Gewässerökologie)
U Bonn	Gartenbauwissenschaften Agrarwissenschaften (Naturschutz und Landschaftsökologie; Umweltverträgliche und standortgerechte Landwirtschaft)
TU Dresden	Forstwirtschaft
U Freiburg	Forstwirtschaft
U Gießen	Agrarwissenschaft (Fachrichtung Umweltsicherung und Entwicklung ländlicher Räume)
U Göttingen	Agrarwissenschaften (Fachrichtung Landwirtschaft und Umwelt) Forstwirtschaft (Ökologie, Landespflege, Naturschutz)
U Halle-Wittenberg	Agrarwissenschaften (Bodenschutz und Umweltgestaltung)
U Hannover	Gartenbau (Ökologie und Umweltschutz)
U Hohenheim	Agrarbiologie (Vertiefungsrichtung Ökotoxikologie und Umweltanalytik) Agrarwissenschaften (Vertiefungsrichtung: Umwelttechnik im Agrar- und Kommunalbereich; Vertiefungsrichtung: Umwelt in Planung)
U Kiel	Agrarwissenschaften (Ökosystemanalyse, Landschaftsbelastung und -schutz, Landschaftsentwicklung)
TU München	Agrarwissenschaften (Pflanzenproduktion; Landbewirtschaftung und Umwelt) Gartenbau
U München	Forstwirtschaft
U Rostock	Agrarökologie
<i>Biologie</i>	
HU Bayreuth	Biologie (Ökologie)
U Bielefeld	Biologie
U Bonn	Biologie (Ökologie und Umwelt)
TU Braunschweig	Biologie (Angewandte Ökologie)
TH Darmstadt	Biologie (Ökologie)

noch: Übersicht I

Universität	Studiengänge
<i>noch: Biologie</i>	
TU Dresden	Biologie (Hydrobiologie)
U Freiburg	Biologie (Limnologie)
U Göttingen	Biologie (Ökologie, Naturschutz; Umweltgeschichte im Aufbau ¹⁾)
U Greifswald	Biologie (Ökologie)
U Halle-Wittenberg	Biologie (Ökologie, Nebenfach Naturschutz)
U Hamburg	Biologie (Naturschutz)
U Jena	Biologie (Ökologie)
U Karlsruhe	Biologie (Ingenieurbiologie)
U Kiel	Biologie (Nebenfach Limnologie)
U Köln	Biologie
U Konstanz	Biologie (Ökologie, Limnologie)
U Marburg	Biologie (Wissenschaftlicher Naturschutz)
U München	Biologie (Ökologie)
U Rostock	Biologie
U Saarbrücken	Biologie (Umweltbiologie)
<i>Chemie</i>	
TU Braunschweig	Chemie (Ökologische Chemie)
TU Chemnitz-Zwickau	Chemie (Ökologische Chemie)
TU Dresden	Chemie Lebensmittelchemie
U-GH Duisburg	Chemie (Wasserchemie/Wassertechnologie)
U Halle-Wittenberg	Biochemie (Ökologische Biochemie) Chemie
U Jena	Chemie (Umweltchemie)
U Kaiserslautern	Chemie (Lebensmittelchemie/ Umwelttoxikologie, Umweltrecht)
U Rostock	Chemie (Umweltchemie)
U Saarbrücken	Chemie (Biochemie/Umweltchemie; geplant)
U-GH Siegen (U)	Chemie (Toxikologie und Umweltrecht)
U Tübingen	Biochemie (Analytische Chemie/Toxikologie)
<i>Geowissenschaften</i>	
U Bayreuth	Geoökologie
HU Berlin	Geographie (Physische Geographie/Land- schaftsökologie)
TU Berlin	Geologie (Umwelt-Geologie geplant)
U Bochum	Geographie

1) Fachübergreifender Nebenfachstudiengang für die Hauptfächer Biologie, Geographie, Mittlere und Neuere Geschichte/Ur- und Frühgeschichte, Kunstgeschichte, Volkskunde.

noch: Übersicht I

Universität	Studiengänge
<i>noch: Geowissenschaften</i>	
TU Braunschweig	Geologie/Paläontologie Geoökologie
U Bremen	Geologie (Marine Umweltforschung/Global Change)
TU Clausthal	Geologie/Paläontologie Geophysik Geotechnik, Bergbau und Entsorgung (Bergbau, Geotechnik, Aufbereitung und Wiederverwertung, Erdöl- und Erdgastechnik, Entsorgung)
U Erlangen-Nürnberg	Geographie Geologie/Paläontologie
TU Bergakademie Freiberg	Geologie (Hydro-, Umweltgeologie) Geotechnik/Bergbau (Umweltgeotechnik) Mineralogie (Umweltgeochemie)
U Freiburg	Hydrologie
U Gießen	Geologie Geographie Mineralogie
U Greifswald	Geographie
U Halle-Wittenberg	Geographie (Physikalische Geographie, Geoökologie und Landschaftsplanung; Wirtschafts- und Sozialgeographie und Raumplanung) Geologie/Paläontologie (Ökologie)
U Hamburg	Geoökologie
U Heidelberg	Geologie (Sedimentologie)
U Karlsruhe	Geologie (Hydrogeologie, Geochemie, Wasserchemie, Wasserwirtschaft) Geoökologie
U Kiel	Geographie Geologie/Paläontologie
U Koblenz-Landau	Geographie (Geo-Ökologie geplant)
U Köln	Geographie (Landschaftsökologie/Umweltforschung) Geophysik
U Leipzig	Geophysik Geographie (im Aufbau) Meteorologie (im Aufbau)
U Mainz	Geographie (Geoökologie)
U Marburg	Geologie/Paläontologie Geographie Geologie

noch: Übersicht I

Universität	Studiengänge
<i>noch: Geowissenschaften</i>	
U Münster	Landschaftsökologie
U Oldenburg	Landschaftsökologie
U Potsdam	Geoökologie
U Trier	Geographie (Angewandte Physische Geographie)
U Tübingen	Geologie (Angewandte Geologie)
<i>Ingenieurwissenschaften</i>	
RWTH Aachen	Bauingenieurwesen (Umwelttechnik) Bergbau (Aufbereitung und Veredelung) Maschinenbau
U Bayreuth	Ökologisch-technischer Umweltschutz (geplant)
TU Berlin	Energie- und Verfahrenstechnik (Umweltverfahrenstechnik) Technischer Umweltschutz
U Bochum	Bauingenieurwesen (Umwelttechnik) Maschinenbau (Energietechnik, Anlagen und Umwelttechnik/Verfahrenstechnik)
TU Braunschweig	Bauingenieurwesen (Abfallwirtschaft) Biotechnologie Maschinenbau (Bioverfahrenstechnik)
TU Chemnitz-Zwickau	Maschinenbau (Energie- und Umwelttechnik)
TU Clausthal	Verfahrenstechnik/Chemieingenieurwesen (Umweltverfahrenstechnik)
TU Cottbus	Bauingenieurwesen (Umwelttechnik) Umweltingenieurwesen und Verfahrenstechnik
TH Darmstadt	Bauingenieurwesen
U Dortmund	Chemietechnik
TU Dresden	Verfahrenstechnik (Umweltverfahrenstechnik)
U-GH Duisburg	Maschinenbau (Wasserchemie/Wassertechnologie; Umwelttechnik)
U Erlangen-Nürnberg	Chemieingenieurwesen (Umweltverfahrenstechnik und Recycling)
U Essen	Bauingenieurwesen (Siedlungswesen/Umwelttechnik)
TU Bergakademie Freiberg	Maschinenbau (Umweltanlagenbau) Verfahrenstechnik (Umweltverfahrenstechnik)
U Halle-Wittenberg	Verfahrenstechnik (Umweltschutztechnik)

noch: Übersicht I

Universität	Studiengänge
<i>noch: Ingenieurwissenschaften</i>	
U der Bundeswehr, Hamburg	Maschinenbau (Wasserwirtschaft/Umwelt- technik)
TU Hamburg-Harburg	Bauingenieurwesen und Umwelttechnik Verfahrenstechnik (Umweltverfahrens- technik)
U Hannover TU Ilmenau	Bauingenieurwesen (Umwelttechnik) Elektrotechnik Maschinenbau
U Kaiserslautern	Bauingenieurwesen Maschinenwesen (Umweltverfahrenstechnik)
U Karlsruhe	Bauingenieurwesen und Umwelttechnik (Wasserbau und Wasserwirtschaft, Verkehr und Raumplanung, Umweltplanung/ Umwelttechnik, Abwasserentsorgung, Abfallwirtschaft) Chemieingenieurwesen
GH Kassel	Bauingenieurwesen
U Magdeburg	Verfahrenstechnik/Thermischer Maschinen- bau (Umwelttechnik)
TU München	Bauingenieurwesen (Wassergüte- und Abfall- wirtschaft)
U der Bundeswehr, München	Bauingenieurwesen (Umweltschutz und Infrastrukturplanung; Wasserwesen)
U-GH Paderborn, Abt. Höxter	Maschinenbau Technischer Umweltschutz
U Rostock	Maschinenbau (Vertiefungsrichtung Maschi- nen und Anlagen der Umwelttechnik)
U-GH Siegen	Maschinenbau (Umwelttechnik) Bauingenieurwesen (Wasserwirtschaft)
U Stuttgart	Architektur Bauingenieurwesen (Verkehrswesen und Wasserwesen) Maschinenwesen (Umweltschutz- und Sicher- heitstechnik) Verfahrenstechnik (Umweltverfahrens- technik) Umweltschutztechnik
HAB Weimar	Bauingenieurwesen (Umwelttechnik)
U-GH Wuppertal	Bauingenieurwesen Sicherheitstechnik (Umweltsicherung) Architektur (Ökologisches Bauen, im Aufbau)

noch: Übersicht I

Universität	Studiengänge
<i>Landschaftsplanung, Raumplanung, Landespflege</i>	
TU Berlin	Landschaftsplanung
U Dortmund	Raumplanung
TU Dresden	Landschaftsarchitektur (Landschaftsbiologie)
U Hannover	Landschafts- und Freiraumplanung
U Kaiserslautern	Architektur (Raum- und Umweltplanung)
GH Kassel	Architektur, Stadt- und Landschaftsplanung
TU München	Landespflege
U Rostock	Landeskultur und Umweltschutz
HAB Weimar	Architektur (Landschaftsplanung und -gestaltung)
<i>Sozialwissenschaften und Psychologie</i>	
FU Berlin	Politische Wissenschaft (Umweltpolitik)
	Soziologie (Umweltsoziologie)
U Bochum	Psychologie (Umweltpsychologie)
U Bremen	Psychologie (Umweltpsychologie)
U Eichstätt	Psychologie (Umweltpsychologie)
Fernuniv. Hagen	Soziale Verhaltenswissenschaften (Umweltpsychologie)
U Halle-Wittenberg	Soziologie (Umweltsoziologie)
U Heidelberg	Psychologie (Umweltpsychologie)
GH Kassel	Lehramt Polytechnik/Arbeitslehre (Sozio-Ökologie)
U Lüneburg	Angewandte Kulturwissenschaften (Ökologie und Umweltbildung)
U Oldenburg	Sozialwissenschaften (Umweltpolitik/-planung)
U Tübingen	Psychologie (Ökologische Psychologie)
<i>Wirtschaftswissenschaften</i>	
U Augsburg	Wirtschaftswissenschaften (Umweltökonomie)
U Bayreuth	Wirtschaftswissenschaften (Wirtschaftsökologie; geplant)
FU Berlin	Volkswirtschaftslehre/Betriebswirtschaftslehre
TU Berlin	Volkswirtschaftslehre/Betriebswirtschaftslehre/Wirtschaftsingenieurwesen (Umweltökonomie)
U Frankfurt/Oder	Wirtschaftswissenschaften (Umwelt- und Ressourcenökonomie, Energiewirtschaft)
U Gießen	Volks- und Betriebswirtschaftslehre (Umweltökonomik; geplant)

noch: Übersicht I

Universität	Studiengänge
<i>noch: Wirtschaftswissenschaften</i>	
U Hannover	Wirtschaftswissenschaften (Umweltökonomie und Systemmanagement)
TU Ilmenau	Wirtschaftswissenschaften
U Mainz	Volkswirtschaftslehre/Betriebswirtschaftslehre/ Wirtschaftspädagogik (Umwelt und Allokation)
U Münster	Wirtschaftswissenschaften (Umweltökonomie und Umweltmanagement)
U Oldenburg	Wirtschaftswissenschaften (Umwelt- und Ressourcenökonomik)
U Rostock	Volkswirtschaftslehre mit Studien- schwerpunkt Regional- und Kommunalwirtschaft (Umweltökonomie)
U-GH Siegen	Wirtschaftswissenschaften (Umweltökonomie) Wirtschaftswissenschaften (Betriebliche Umweltwirtschaft; geplant)
<i>Verschiedenes</i>	
TU Berlin	Informatik (Umweltinformatik/ Umweltstatistik; geplant)
U Lüneburg	Umweltwissenschaften (geplant)
TU München	Ökothropologie (Umweltberatung)
U Osnabrück	Angewandte Systemwissenschaft (mit Anwendung im Umweltschutz)
Standort Vechta	Umweltmonitoring

Quellen: Umweltbundesamt: Studienführer Umweltschutz, 5., neubearbeitete Auflage, Bd. I: Wissenschaftliche Hochschulen, Berlin 1993; List, Juliane (Hg.): Studienführer Ökologische Studiengänge, Köln 1993; Ergebnisse einer Umfrage der Geschäftsstelle des Wissenschaftsrates vom 9. 2. 1993.

Übersicht II

Studiengänge mit umweltbezogenen Studienschwerpunkten an
Fachhochschulen (in Klammern: Fachrichtungen, Schwerpunkte,
Haupt- und Nebenfächer)

Fachhochschule	Studiengänge
<i>Agrar-, Garten- und Forstwirtschaft</i>	
FH Anhalt, Abt. Bernburg	Landwirtschaft
FH Eberswalde	Forstwirtschaft
FH Hildesheim/ Holzminden	Forstwirtschaft (Naturschutz und Landschaftspflege)
FH Neubrandenburg	Landwirtschaft
FH Osnabrück	Gartenbau, Umweltschutz
	Landwirtschaft (Agrarökologie)
FH Rottenburg/Neckar	Forstwirtschaft
FH Weihenstephan	Landwirtschaft (Ökologie und Umweltschutz)
	Umweltsicherung – Boden und Wasser
	Forstwirtschaft
<i>Architektur</i>	
FH Hannover	Architektur (Gebäudeplanung, Städtebau)
FH Hildesheim/ Holzminden	Architektur (Ökologisches Bauen)
FH Köln	Architektur (Ökologisches Bauen)
<i>Bauingenieurwesen</i>	
FH Aachen	Bauingenieurwesen (Wasser- und Abfallwirtschaft)
FH Biberach	Bauingenieurwesen/Projektmanagement (Wasser/Abfall/Boden, insbes. Entsorgung)
FH Bielefeld, Abt. Minden	Bauingenieurwesen (Studienrichtung Wasser- und Abfallwirtschaft)
FH Bochum	Bauingenieurwesen (Wasserwirtschaft)
FH Darmstadt	Bauingenieurwesen (Wasserwesen, Abfallwirtschaft)
FH Frankfurt/Main	Bauingenieurwesen (Schwerpunkt Wasserwesen)
FH Gießen-Friedberg	Bauingenieurwesen (Studienrichtung Verkehr, Wasser, Umwelt)
FH Hildesheim/ Holzminden	Bauingenieurwesen (Vertiefungsrichtung Wasser- u. Abfallwirtschaft, Verkehrswesen)
FH Karlsruhe	Bauingenieurwesen (Verkehrswesen, Wasserwirtschaft und Umwelttechnik)

noch: Übersicht II

Fachhochschule	Studiengänge
<i>noch: Bauingenieurwesen</i>	
FH Kiel	Bauingenieurwesen (Wasserwirtschaft und Umwelttechnik; Verkehrswesen; konstruktiver Ingenieurbau)
FH Köln	Bauingenieurwesen/Bautechnik
FH Konstanz	Bauingenieurwesen (Umwelttechnik, Verkehrs- und Wassertechnik)
FH Lausitz, Standort Cottbus	Bauingenieurwesen (Deponietechnik)
FH Magdeburg	Bauwesen/Allgem. Ingenieurbau (Sanierung) Wasserwirtschaft/Abfallwirtschaft (Siedlungswasserwirtschaft, Gewässerschutz, Abfalltechnik, Wasserbau)
FH München	Bauingenieurwesen (Wasserwirtschaft)
FH Münster	Bauingenieurwesen (Studienrichtung Wasser- und Abfallwirtschaft)
FH Neubrandenburg	Bauingenieurwesen
FH Nordostniedersachsen	Bauingenieurwesen (Umwelttechnik)
FH Oldenburg	Bauingenieurwesen (Wasserwesen)
FH Rheinland-Pfalz, Abt. Kaiserslautern	Bauingenieurwesen (Umwelttechnik, Verkehrswesen und Wasserwirtschaft)
FH Rheinland-Pfalz, Abt. Mainz I	Bauingenieurwesen (Wasser- und Abfallwirtschaft)
FH Rheinland-Pfalz, Abt. Trier	Bauingenieurwesen (Wasserwesen und Umweltschutz)
FH Technik Stuttgart	Bauingenieurwesen (Wasserwirtschaft/ Umwelttechnik)
	Bauphysik
FH Wismar	Bauingenieurwesen (Verkehrswesen und Wasserbau)

Chemie, Chemieingenieurwesen

FH Aalen	Chemie
FH Aachen	Chemieingenieurwesen (Chemische Prozeß- und Umwelttechnologie)
FH Aachen, Abt. Jülich	Chemieingenieurwesen (Ökolog. Chemie)
TFH Berlin	Chemie
HTW Dresden (FH)	Chemieingenieurwesen/Umwelttechnik
FH Isny	Chemie, technische Chemie
FH Lausitz, Standort Senftenberg	Chemieingenieurwesen
FH Lübeck	Technische Chemie

noch: Übersicht II

Fachhochschule	Studiengänge
<i>noch: Chemie, Chemieingenieurwesen</i>	
FH Magdeburg FH für Technik, Mannheim FH Merseburg	Chemie Chemie/Chemische Technik/Biotechnologie
FH Münster	Technische Chemie (Chemische Technologie, Umweltschutztechnologie) Chemieingenieurwesen (Studienrichtung Technische Chemie, Schwerpunkt Umwelttechnologie)
FH Niederrhein, Krefeld	Chemieingenieurwesen (Instrumentelle Analytik, Biochemie/Biotechnologie, Wasserchemie/Wassertechnologie)
FH Nürnberg FH Ostfriesland	Technische Chemie (Techn. Umweltschutz) Chemietechnik/Biotechnologie/ Chemieingenieurwesen
FH Reutlingen FH Fresenius, Wiesbaden	Allgemeine Chemie (Umweltanalytik) Chemie (Umweltchemie)
<i>Elektrotechnik</i>	
FH Dortmund FH Merseburg	Elektrotechnik (Umwelttechnik) Elektrotechnik (Automatisierungstechnik)
<i>Ernährung und Hauswirtschaft</i>	
FH Anhalt, Abt. Bern- burg FH Münster FH Niederrhein, Abt. Mönchengladb.	Ökotrophologie Ernährung und Hauswirtschaft Ernährung und Hauswirtschaft
<i>Landespflege, Landschaftsnutzung</i>	
FH Anhalt, Abt. Bern- burg TFH Berlin FH Eberswalde FH Erfurt FH Neubrandenburg FH Nürtingen	Landespflege Landespflege Landschaftsnutzung und Naturschutz Landespflege Landespflege Landespflege (Umweltmanagement, Land- schaftspflege)
FH Osnabrück FH Wiesbaden	Landespflege, Landschaftsplanung Gartenbau und Landespflege
<i>Maschinenbau</i>	
FH Aachen, Abt. Jü- lich	Maschinenbau (Energie- und Umweltschutz- technik)

noch: Übersicht II

Fachhochschule	Studiengänge
<i>noch: Maschinenbau</i>	
FH Bremen	Maschinenbau (Energie- und Umwelttechnik)
FH Coburg	Maschinenbau (Umwelttechnik)
FH Karlsruhe	Maschinenbau (Kälte-, Klima- und Umweltverfahrenstechnik)
FH Kempten	Maschinenbau (Umwelttechnik)
FH Köln	Maschinenbau (Kraft- und Arbeitsmaschinen/ Kraftwerkstechnik)
FH Konstanz	Maschinenbau, Konstruktion und Verfahrenstechnik (Verfahrenstechnik und Umwelttechnik) ¹⁾
FH Merseburg	Maschinenbau (Energietechnik; Umwelttechnik)
FH München	Maschinenbau (Verfahrenstechnik – Umweltschutz und Umwelttechnik)
FH Niederrhein, Abt. Mönchengladb.	Produktionstechnik
FH Offenburg	Allgemeiner Maschinenbau
FH Osnabrück	Maschinenbau (Umweltschutztechnik)
FH Ravensburg- Weingarten	Maschinenbau
FH Regensburg	Maschinenbau/Bauingenieurwesen
FH Schmalkalden	Maschinenbau (Sicherheitstechnik/Umwelttechnik)
HTW Zwickau (FH)	Maschinenbau (Wärme- und Umwelttechnik)
<i>Physikalische Technik</i>	
Märkische FH, Iserlohn	Physikalische Technik (Biotechnologie und Umwelttechnik)
FH Jena	Physikalische Technik (Umweltmeßtechnik)
HTW Mittweida	Physikalische Technik (Studienrichtung Umweltmeßtechnik)
FH München	Physikalische Technik (Technischer Umweltschutz)
FH Ostfriesland	Physiktechnik (Werkstofftechnik)
FH Ravensburg- Weingarten	Physikalische Technik (Umwelt- und Verfahrenstechnik)
HTW Zwickau (FH)	Physikalische Technik (Umwelttechnik)
<i>Technisches Gesundheitswesen</i>	
FH Braunschweig- Wolfenbüttel	Technisches Gesundheitswesen (Umwelt- und Hygienetechnik)
FH Gießen-Friedberg	Technisches Gesundheitswesen (Studienrichtung Umwelt- und Hygienetechnik)

1) Abschluß: Immissionsschutzbeauftragter.

noch: Übersicht II

Fachhochschule	Studiengänge
<i>noch: Technisches Gesundheitswesen</i>	
FH Jena FH Lübeck	Medizintechnik (Umwelt- u. Hygienetechnik) Technisches Gesundheitswesen (Umwelt- und Hygienetechnik)
FH Wilhelmshaven	Feinwerktechnik (Technik im Gesundheitswesen; Umwelttechnik)
<i>Umwelttechnik</i>	
FH Bremen FH Hamburg FH Stralsund FH Ulm	Internat. Studiengang für Umwelttechnik Umwelttechnik Umwelt und Technik Studienschwerpunkt Umweltschutz/ Umwelttechnik in allen Fächern
FH Wiesbaden	Umwelttechnik (geplant)
<i>Verfahrens- und Umwelttechnik</i>	
FH Anhalt (Köthen) FH Augsburg TFH Berlin	Verfahrens- und Umwelttechnik Energie- und Verfahrenstechnik Biotechnologie Verfahrenstechnik (Verfahrens- und Umwelttechnik, Bioverfahrenstechnik)
FH Technik u. Wirtschaft, Berlin FH Bergbau Bochum FH Düsseldorf FH Frankfurt/Main	Umweltverfahrenstechnik Verfahrenstechnik (Umwelttechnik) Verfahrenstechnik Verfahrenstechnik (Schwerpunkte Bioverfahrenstechnik, Gasreinigung und Abwassertechnik)
FH Furtwangen	Verfahrenstechnik (Chemische Verfahrenstechnik, Bioverfahrenstechnik)
FH Hamburg FH Köln FH Lausitz, Standort Senftenberg FH für Technik, Mannheim FH Merseburg	Verfahrenstechnik (Umwelttechnik) Verfahrenstechnik Verfahrenstechnik (Umwelttechnik)
FH Niederrh., Krefeld FH Nürnberg FH Offenburg FH Osnabrück	Verfahrenstechnik und Apparatebau (Biologische Technik, Umwelttechnik) Verfahrenstechnik (Chemische Verfahrenstechnik, Bioverfahrenstechnik) Verfahrenstechnik Verfahrenstechnik Verfahrens- und Umwelttechnik Verfahrenstechnik

noch: Übersicht II

Fachhochschule	Studiengänge
<i>noch: Verfahrens- und Umwelttechnik</i>	
FH Rheinland-Pfalz, Abt. Bingen	Verfahrenstechnik (Versorgungs- und Energietechnik/Umwelttechnik)
TFH Wildau	Verfahrenstechnik/Physikalische Technik
FH Wilhelmshaven	Umweltverfahrenstechnik
FH Wismar	Verfahrens- und Umwelttechnik
HTW Zittau/Görlitz	Verfahrenstechnik/Energietechnik
<i>Versorgungs- und Entsorgungstechnik</i>	
TFH Berlin	Versorgungs- und Energietechnik
FH Bremen	Versorgungstechnik (Recycling)
FH Bremerhaven	Betriebs- und Versorgungstechnik (Ver- und Entsorgung; Umweltschutz/Umweltrecht)
FH für Technik, Esslingen	Versorgungstechnik (Umwelttechnik)
FH Gelsenkirchen	Entsorgungstechnik
FH Köln	Versorgungstechnik (Umwelttechnik)
FH Lausitz, Standort Cottbus	Ver- und Entsorgungstechnik (Kommunal- und Umwelttechnik)
HTW Leipzig	Versorgungs- und Energietechnik (Versor- gungstechnik, Thermische Energietechnik, Energiewirtschaft und Umwelttechnik)
FH Merseburg	Ver- und Entsorgungstechnik
FH Münster	Versorgungstechnik (Studienrichtung Kommunal- und Umwelttechnik)
FH Offenburg	Versorgungstechnik (Energietechnik/Kraft- u. Arbeitsmaschinen, Techn. Gebäudeausrüstung)
FH Rheinland-Pfalz, Abt. Trier	Versorgungstechnik (Energie- und Umwelttechnik)
FH Stralsund	Energietechnik
HTW Zwickau	Versorgungs- und Umwelttechnik (geplant)
<i>Wirtschaftswissenschaften, Wirtschaftsingenieurwesen</i>	
FH für Wirtschaft, Berlin	Wirtschaft (Ergänzungsschwerpunkt Umweltökonomie und Umweltpolitik)
FH Fulda	Betriebswirtschaft (Schwerpunkte Umwelt- wirtschaft einschl. Umwelttechnik, -recht)
FH Merseburg	Betriebswirtschaftslehre (Ökomanagement)
FH Nürnberg	Wirtschaftsingenieurwesen (Ökomanagement)
FH Rheinland-Pfalz, Abtl. Mainz II	Betriebswirtschaftslehre (Umweltorientierte Unternehmensführung)
FH Pforzheim	Wirtschaftswissenschaften (Wirtschaftspolitik)
	Betriebswirtschaft (Umweltökonomie)

noch: Übersicht II

Fachhochschule	Studiengänge
<i>Verschiedene</i>	
FH Anhalt, Abt. Bernburg	Biotechnologie (Umwelttechnologische Verfahren, Hygienetechnik)
FH Bielefeld	Sozialarbeit/Sozialpädagogik (Umweltpädagogik)
FH Flensburg	Schwerpunkte in allen Studiengängen
FH Furtwangen	Vertiefungsstudium Umweltschutz in allen Studiengängen
FH Gießen-Friedberg	Energie- und Wärmetechnik (Umwelttechnik)
FH Karlsruhe	Kartographie (Geoinformatik, Kartographie)
FH Kempten	Tourismus (Umwelt- und Landschaftspflege)
FH Merseburg	Informatik (Umweltinformatik)
FH Niederrhein, Abt. Mönchengladb.	Textil- und Bekleidungstechnik
FH Ostfriesland	Angewandte Ökologie (Umweltberatung, Umweltpädagogik; geplant)
FH Rheinland-Pfalz, Abt. Bingen	Umweltschutz
FH Wiesbaden	Regenerative Energien (geplant)

Quellen: Umweltbundesamt: Studienführer Umweltschutz, 5., neubearbeitete Auflage, Bd. I: Wissenschaftliche Hochschulen, Berlin 1993; Ergebnisse einer Umfrage der Geschäftsstelle des Wissenschaftsrates vom 9. 2. 1993.

Übersicht III

Umweltbezogene Zusatz-, Aufbau-, Postgradual-, Ergänzungs-, Erweiterungs-, Kontakt- und Weiterbildungsstudiengänge an Universitäten

Universität	Typ des Studienganges	Studienangebot
<i>Agrar-, Gartenbau- und Forstwirtschaft</i>		
U Bonn	Aufbaustud.	Agrarwissenschaften und Ressourcen-Management in den Tropen und Subtropen
PH Flensburg	Aufbaustud.	Appropriate Rural Technology and Extension Skills (ARTES) ¹⁾
U Göttingen	Aufbaustud.	Agrarwissenschaften der Tropen und Subtropen
	Aufbaustud.	Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen
U Hohenheim	Aufbaustud.	Phytomedizin
U Potsdam	Weiterbildung	Management in der Landwirtschaft
<i>Biowissenschaften</i>		
U-GH Essen	Zusatzstud.	Ökologie
U Konstanz	Aufbaustud.	Biologie (Ökologie geplant)
U Oldenburg	Weiterbildung	Ökologie/Umweltwissenschaften
U Hildesheim	Kontaktstud.	Ökologie/Umweltschutz
U Jena	Postgrad.stud.	Ökologie/Umweltschutz
<i>Chemie, Chemieingenieurwesen</i>		
PH Erfurt/ Mühlhausen	Ergänzungsstudium	Umwelt und Chemie
U Karlsruhe	Aufbaustud.	Chemieingenieurwesen (Umwelt-schutzverfahrenstechnik)
	Ergänzungs-/Erweiterungsstudium	Chemieingenieurwesen/ Physikalische Chemie (Internat. Seminar für Forschung und Lehre)
U Leipzig	Aufbaustud.	Chemie (Umweltchemie)
	Ergänzungsstudium	Toxikologie und Umweltschutz

1) Unterrichtssprache: Englisch; Abschluß: Master of Science. Für Teilnehmer aus Afrika, Asien und Lateinamerika sowie für Deutsche, die in der Entwicklungsarbeit tätig sein wollen.

noch: Übersicht III

Universität	Typ des Studienganges	Studienangebot
<i>Energiewirtschaft</i>		
TU Berlin	Weiterbildung	Energie- und Umweltmanagement
GH Kassel	Weiterbildung	Energie und Umwelt
U Oldenburg	Postgrad.stud.	Renewable Energies ²⁾
<i>Geowissenschaften</i>		
U Bremen	Weiterbildung	Hydrogeologie
U Münster	Aufbaustud.	Umwelt-Geologie ³⁾ (geplant)
U Tübingen	Aufbaustud.	Hydrogeology and Engineering Geology of Tropical and Subtropical Regions
<i>Ingenieurwissenschaften</i>		
RWTH Aachen	Weiterbildung	Angewandte Technologie im Bereich des Umweltschutzes und des Sicherheitsingenieurwesens
TU Braunschw.	Weiterbildung	Umweltingenieurwesen - Gewässerschutz
Bergakademie Freiberg	Aufbaustud.	Verfahrenstechnik (Studienrich- tung Umweltverfahrenstechnik)
U Hamburg	Kontaktstud.	Bauingenieurwesen - Wasserwirtschaft
U Hannover	Weiterbildung	Bauingenieurwesen (Wasser u. Umwelt)
TU Ilmenau	Ergänzungsstud. Weiterbildung	Umwelttechnik (geplant) Umwelttechnik
U Jena	Weiterbildung	Umweltanalytik/Umwelttechnik
U Karlsruhe	Aufbaustud. Aufbaustud.	Bauingenieur- u. Vermessungswesen Strömungsmechanik in Umwelt- schutz und Wasserbau
TU München	Aufbaustud.	Umweltschutztechnik
U Rostock	Aufbaustud.	Maschinen und Anlagen der Umwelttechnik
<i>Planungswissenschaften (Regional-, Raumplanung)</i>		
U Dortmund	Postgrad.stud.	Regional Planning and Manage- ment Development (SPRING) ⁴⁾
TU Dresden	Postgrad.stud.	Umweltschutz und Raumordnung

2) Unterrichtssprache: Englisch; Abschluß: Master of Science. Für einschlägig berufserfahrene Interessenten aus Ländern der Dritten Welt und für Deutsche, die in der Entwicklungsarbeit tätig sein wollen.

3) Unterrichtssprache: Englisch.

4) Unterrichtssprache: Englisch; Abschluß: Master of Science. Für afrikanische bzw. asiatische Fachleute der ländlichen Entwicklungsplanung.

noch: Übersicht III

Universität	Typ des Studienganges	Studienangebot
<i>noch: Planungswissenschaften (Regional-, Raumplanung)</i>		
U Karlsruhe	Aufbaustud. Aufbaustud.	Regionalwissenschaft/Regionalplanung Planen und Bauen in Ländern der Dritten Welt
GH Kassel	Aufbaustud.	Landschaftsplanung
U Saarbrücken	Aufbaustud.	Biogeographie u. Raumbewertung
<i>Umwelterziehung, Umweltbildung</i>		
PH Erfurt/ Mühlhausen	Ergänzungsstud. Ergänzungsstud.	Umwelterziehung Umweltbildung
PH Karlsruhe	Kontaktstud.	Umwelterziehung (geplant)
PH Ludwigs- burg	Erweiterungs- stud. f. Lehramt Kontaktstud.	Umwelterziehung Umwelterziehung und Naturschutz- management
U Magdeburg	Weiterbildung	Umweltschutz für Bildung und Hauswirtschaft
U Potsdam	Fernstudium Aufbaustud.	Umweltschutz für Bildung und Hauswirtschaft Umwelterziehung
<i>Umweltschutz, Umweltwissenschaften, Umweltsicherung</i>		
RWTH Aachen	Zusatzstud.	Umweltwissenschaften (mit den Weiterbildungsbausteinen Luftrein- haltung, Abfall und Recycling, Lärmschutz, Gewässerreinigung, Landschaftsökologie)
FU u. HU Berlin	Weiterbildung	Umweltschutz
U Bielefeld	Weiterbildung	Umweltwissenschaften
U Bochum	Weiterbildung	Umweltschutz
TU Dresden	Aufbaustud.	Europäisches Integrationsstudium Umweltwissenschaften ⁵⁾
U Jena	Aufbaustud.	Umweltsicherung
U Kaisers- lautern	Aufbaustud.	Europäisches Diplom Umwelt- wissenschaften ⁶⁾
U Karlsruhe	Aufbaustud.	Wirtschaftsingenieurwesen Umwelttechnik
GH Kassel	Aufbaustud.	Ökologische Umweltsicherung

5) In Kooperation mit EIPOS

6) Interuniversitärer Aufbaustudiengang (beteiligte Hochschulen: Arlon, Metz, Luxembourg, Nancy, Trier, Kaiserslautern, Saarbrücken). Abschluß: Europäisches Diplom in Umweltwissenschaften.

noch: Übersicht III

Universität	Typ des Studienganges	Studienangebot
<i>noch: Umweltschutz, Umweltwissenschaften, Umweltsicherung</i>		
U Kiel	Erweiter.stud.	Umweltwissenschaften (geplant)
U Kobl.-Landau	Weiterbildung	Umweltschutz (geplant)
U Osnabrück	Ergänzungsstud.	Angewandte Systemwissenschaft (Anwendung in Umweltschutz)
U Rostock	Aufbaustud.	Umweltschutztechnik (geplant)
U Saarbrücken	Aufbau- u. Vertiefungsstud.	Europäisches Diplom Umweltwissenschaften ⁷⁾
U-GH Siegen	Aufbaustud.	Environmental Engineering (gepl.) ⁸⁾
U Trier	Aufbaustud.	Environmental Engineering (gepl.) ⁹⁾
	Aufbaustud.	Europ. Dipl. Umweltwissenschaften ¹⁰⁾
<i>Verschiedenes</i>		
FU Berlin	Ergänzungsstud.	Tourismus (Schwerpunkt Management u. Fremdenverkehrsplanung, Teilgebiet Tourismus und Umwelt)
TU Chemnitz	Zusatzstud.	Technikfolgen – Umwelt
Med. Akademie Dresden	Postgradualstud.	Public Health – Gesundheitswissenschaften
PH Erfurt/Mühl.	Ergänzungsstud.	Physikalische Umwelt-Meßtechnik
U Frankf./Oder	Aufbaustud.	Energie u. Umweltwirtschaft (gepl.)
U Jena	Postgrad.stud.	Ecotechnie ¹¹⁾
U Karlsruhe	Aufbaustud.	Resources Engineering ¹²⁾
U Konstanz	Ergänzungsstud.	Toxikologie und Umweltschutz
U Lüneburg	Weiterbildung	Umweltrecht u. Umweltökonomie
U Osnabrück (Vechta)	Aufbau-/Zusatzstud.	Umweltmonitoring
HAB Weimar	Weiterbildung	Ökologisches Bauen (geplant)
U-GH Wuppertal	Zusatzstud.	Sicherheitstechnik

7) Vgl. Fußnote 6.

8) Im Rahmen des European Master Degree Programme in Environmental Management der European Association for Environmental Management Education (EAEME), an der 15 Hochschulen der EG beteiligt sind. Federführend für den Aufbau des intern. Aufbaustudiengangs „Environmental Engineering“ ist die Univers. Portsmouth, (GB).

9) Vgl. Fußnote 8.

10) Vgl. Fußnote 6.

11) European Postgraduate Programme in „Ecotechnie“ under Auspices of the Foundation Cousteau and of the UNESCO. International ausgerichteter Postgradualstudien-gang, im Rahmen des TEMPUS-Programmes der EG an verschiedenen europäischen Hochschulen eingerichtet.

12) Unterrichtssprache: Englisch; Abschluß: Master of Science. Primär für ausländische Studenten, vor allem aus Entwicklungsländern.

Quellen: Umweltbundesamt: Studienführer Umweltschutz, 5., neubearbeitete Auflage, Bd. I: Wissenschaftl. Hochschulen, Berlin 1993; List, Juliane (Hg.): Studienführer Ökolog. Studiengänge, Köln 1993; K.H. Bock: Weiterführende Studienangebote in der Bundesrepublik Deutschland, (Hg.: Hochschulrektorenkonferenz) 9. Aufl., Bad Honnef 1993; Ergebnisse einer Umfrage der Geschäftsstelle des Wissenschaftsrates v. 9. 2. 1993.

Übersicht IV

Umweltbezogene Zusatz-, Aufbau-, Postgradual-, Ergänzungs-, Erweiterungs-, Kontakt- und Weiterbildungsstudiengänge an Fachhochschulen

Fachhochschule	Typ des Studienganges	Studienangebot
<i>Energiewirtschaft</i>		
FH Bremen FH Darmstadt	Weiterbildung Aufbaustud.	Energietechnische Beratung Energiewirtschaft ¹⁾
<i>Ingenieurwissenschaften</i>		
FH Köln FH Merseburg	Zusatzstud. Aufbaustud.	Technologie in den Tropen Verfahrenstechnik (Umweltschutz- technik)
FH Nordost- niedersachsen, Außenstelle Suderburg	Ergänzungs- studium Ergänzungs- studium	Abfallwirtschaft Tropenwasserwirtschaft
FH Offenburg FH Regensburg	Postgrad.stud. Studienbegleit. Angebot	Umwelt-Ingenieurwesen ²⁾ Sicherheitsing./Immissions- schutzbeauftragter
TFH Berlin	Weiterbildung	Umweltschutz – Immissions- schutzbeauftragte(r)/ Störfallbeauftragte(r)
FH Furtwangen	Weiterbildung Weiterbildung	Immissionsschutzbeauftragte(r) Betriebsbeauftragter für Abfall
<i>Umweltschutz</i>		
FH Furtwangen FH Hildesheim- Holzminden	Weiterbildung Ergänzungsstud.	Umweltschutz Umwelt- und Naturschutz
FH Karlsruhe	Vertiefungsstud.	Gesellschaft, Technik, Umwelt- schutz
FH f. Öffentl. Verwalt. Kehl	Kontaktstud.	Umweltschutz
FH Nürtingen	Aufbaustud.	Umweltschutz ³⁾

1) Gefördert als Modellversuch im Hochschulbereich durch die Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung. Zusammenarbeit mit dem Institut für kommunale Wirtschaft und Umweltplanung (IKU) als gemeinsamer Einrichtung aller hessischen Fachhochschulen.

2) In Kooperation mit europäischen Hochschulen in der Schweiz, Italien, Frankreich, Spanien, Großbritannien; gefördert durch COMETT.

3) In Kooperation mit der FH Technik Esslingen, der FH Wirtschaft und Technik Reutlingen und der FH Technik Stuttgart. Bei entsprechender Fächerkombination kann der Fachkundennachweis für den Strahlenschutz-, Immissionsschutz-, Gewässerschutz-, Lärmschutz- und Abfallbeauftragten erworben werden.

noch: Übersicht IV

Fachhochschule	Typ des Studienganges	Studienangebot
<i>Energiewirtschaft</i>		
FH Rheinl.-Pfalz Abt. Mainz I	Aufbaustud.	Umweltschutz im Bauwesen
HTW Saarbrücken	Weiterbildung Weiterbildung	Studienkurs Umwelt Technischer Umweltschutz/ Siedlungsökologie
<i>Verschiedenes</i>		
FH für Wirtschaft Berlin	Zusatz-/ Ergänzungsstud.	Umweltökonomie
FH Lübeck	Zusatzstud.	Technisches Gesundheitswesen (Umwelt- und Hygienetechnik)

Quellen: Umweltbundesamt: Studienführer Umweltschutz, 5., neubearbeitete Auflage, Bd. I: Wissenschaftliche Hochschulen, Berlin 1993; K.H. Bock: Weiterführende Studienangebote in der Bundesrepublik Deutschland, (Hg.: Hochschulrektorenkonferenz) 9. Aufl., Bad Honnef 1993; Ergebnisse einer Umfrage der Geschäftsstelle des Wissenschaftsrates vom 9. 2. 1993.

Anhang 2:

Verzeichnis der Abkürzungen

- AdL = Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der ehemaligen DDR
- AdW = Akademie der Wissenschaften der ehemaligen DDR
- AG = Arbeitsgruppe
- AGF = Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen
- AIDA = Aerosol Interaction and Dynamics in the Atmosphere (KfK)
- AiF = Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V., Köln
- AMS = Accelerator Mass Spectrometry
- ARINUS-Projekt = Auswirkungen von Restabilisierungsmaßnahmen und Immissionen auf den N- und S-Haushalt der Öko- und Hydrosphäre von Schwarzwaldstandorten, Universität Freiburg
- AvH = Alexander von Humboldt-Stiftung
- AWI = Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven
- BA = Bundesanstalt
- BAH = Biologische Anstalt Helgoland
- BALTEX = Baltic Sea Experiment (deutsches Pilotprojekt von GEWEX im Rahmen des World Climate Research Programme)
- BayFORKLIM = Bayerisches Klimaforschungsprogramm
- BayFORREST = Bayerischer Forschungsverbund Abfallforschung und Reststoffverwertung
- BBA = Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig
- BFH = Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg

BfN = Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg (ehemals Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie [BFANL])

BfS = Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter

BGA = Bundesgesundheitsamt, Berlin

BGR = Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover

BIATEX = Biosphere-Atmosphere Exchange of Pollutants (EURO-TRAC-Subprojekt)

BITÖK = Bayreuther Institut für Terrestrische Ökosystemforschung, Universität Bayreuth

BL = Blaue Liste

BLK = Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung, Bonn

BMBW = Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft

BMFT = Bundesministerium für Forschung und Technologie

BMG = Bundesministerium für Gesundheit

BML = Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

BMU = Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

BMV = Bundesministerium für Verkehr

BMVg = Bundesministerium der Verteidigung

BMWi = Bundesministerium für Wirtschaft

BMZ = Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit

BRT = Bruttoregistertonnen

BSH = Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg

CGIAR = Consultative Group on International Agricultural Research, Washington, D.C. (Beratungsgruppe für Internationale Agrarforschung)

CHEMFET = Chemischer Feld-Effekt-Transistor

CLEOPATRA = Cloud and Cloud Transport Experiment Oberpfaffenhofen (DLR)

COMETT = Community Action Programme in Education and Training for Technology

CUTEC = Clausthaler Umwelttechnik-Institut an der TU Clausthal-Zellerfeld

DAAD = Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V., Bonn

DARA = Deutsche Agentur für Raumfahrtangelegenheiten, Bonn

DFG = Deutsche Forschungsgemeinschaft e.V., Bonn

DIN = Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin

DKRZ = Deutsches Klimarechenzentrum e.V., Hamburg

DLR = Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt e.V., Köln; Braunschweig, Göttingen, Oberpfaffenhofen, Stuttgart

DSM = Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen, Braunschweig

DV = Datenverarbeitung

DWD = Deutscher Wetterdienst, Offenbach

ECE = Economic Commission for Europe (UN)

ECOPS = European Committee on Oceanic and Polar Sciences

EFEDA = European Field Experiment in Desertification-Threatened Areas

EG = Europäische Gemeinschaft

EISCAT = European Incoherent Scatter

ELBIS = Elbe-Informationssystem (GKSS)

ENCORE = European Network of Catchments Organized for Research on Ecosystems

EPA = Environmental Protection Agency (Amerikanische Umweltschutzbehörde)

EPOCH = European Programme On Climatology and Natural Hazards (1992 beendet)

ERASMUS = European Action Scheme for the Mobility of University Students

ESA = European Space Agency (Europäische Weltraumorganisation)

ESF = European Science Foundation

ETH = Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich/Schweiz

EU = Europäische Union

EUREKA = European Research Co-ordinating Agency

EUROCARE = European Project for Conservation and Restoration and Maintenance (EUREKA-Schirmprojekt)

EUROENVIRON = EUREKA-Schirmprojekt zum Umweltschutz-Management

EUROMAR = European Project on Marine Research and Technology (EUREKA-Schirmprojekt)

EUROSILVA = Europäischer Forschungsverbund zur Erforschung der Physiologie des Baumes

EUROTRAC = European Experiment on Transport and Transformation of Environmentally Relevant Trace Constituents in the Troposphere over Europe (EUREKA-Projekt)

FAL = Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig-Völkenrode

FAM = Forschungsverbund Agrarökosysteme, München

FAO = Food and Agricultural Organisation

FES = Forschungs- und Entwicklungsinstitut für Sondermüll, Schwabach

FH = Fachhochschule

FhG = Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., München

FhI = Fraunhofer-Institut

FIS = Forschungsinstitut Senckenberg, Frankfurt/M.

FUB = Freie Universität Berlin

FuE = Forschung und Entwicklung

FVA = Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt

FZW = Forschungszentrum Waldökosysteme, Universität Göttingen

GAW = Global Atmosphere Watch

GBF = Gesellschaft für Biotechnologische Forschung mbH, Braunschweig-Stöckheim

GCOS = Global Climate Observing System (getragen von der World Meteorological Organization WMO, der Intergovernmental Oceanographic Commission IOC der UNESCO, dem International Council of Scientific Unions ICSU und dem United Nations Environment Programme UNEP)

GEOMAR = Forschungszentrum für Marine Geowissenschaften, Universität Kiel

GEWEX = Global Energy and Water Exchange Experiment (Teilprogramm des World Climate Research Programme WCRP)

GFE = Großforschungseinrichtung

GFZ = Geo-Forschungs-Zentrum Potsdam

GKSS = GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Geesthacht

GSF = GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH, Neuherberg

GTG = GEOMAR-Technologie GmbH, Kiel

GTZ = Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit mbH, Eschborn

HMI = Hahn-Meitner-Institut Berlin GmbH, Berlin

HRK = Hochschulrektorenkonferenz

HUB = Humboldt-Universität zu Berlin

ICBM = Institut für Chemie und Biologie des Meeres, Universität Oldenburg

ICSU = International Council of Scientific Unions, Paris/Frankreich

IFIAS = International Federations of Institutes for Advanced Studies

IfM = Institut für Meereskunde an der Universität Kiel

IfT = Institut für Troposphärenforschung, Leipzig

IFU = Fraunhofer-Institut für Atmosphärische Umweltforschung, Garmisch-Partenkirchen

IGAC = International Global Atmospheric Project (Kernprojekt des International Geosphere-Biosphere Programme)

IGB = Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik, Stuttgart

IGBP = International Geosphere-Biosphere Programme (internationales Forschungsprogramm des ICSU; Kernprojekte: BAHC, GCTE, IGAC, JGOFS, PAGES, LOICZ)

IOC = Intergovernmental Oceanographic Commission, zwischenstaatliche ozeanographische Kommission der UNESCO, angesiedelt am AWI, Bremerhaven

IOW = Institut für Ostseeforschung, Rostock-Warnemünde

ISFET = Ionen-Sensitiver Feld-Effekt-Transistor

IUCT = Fraunhofer-Institut für Umweltchemie und Ökotoxikologie, Schmallebenberg-Grafschaft

IWW = Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserchemie und Wassertechnologie GmbH, Institut an der Universität-GH Duisburg, Mülheim

JGOFS = Joint Global Ocean Flux Study (Kernprojekt des International Geosphere-Biosphere Programme IGBP)

KFA = Forschungszentrum Jülich GmbH, Jülich

KfK = Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe

LA = Landesanstalt

LASFLEUR = Projekt zur Laserfernerkundung des physiologischen Zustands der Vegetation (EUREKA-Projekt)

LfU = Landesanstalt für Umweltschutz

LOICZ = Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone, Kernprojekt des International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP)

MAB = Man and the Biosphere (Ökologie-Programm der UNESCO)

MAGL = Münchner Arbeitsgruppe Luftschadstoffe (Institute der Universitäten Bayreuth, Dresden, Würzburg, München und der GSF)

MAST = Marine Action in Science and Technology (EG-Programm, 1992 beendet)

META = Meerestechnischer Anlagenträger (GKSS)

METEOSAT = Serie von Meteorological Geostationary Satellites der European Space Agency, ESA

MFFU = Münchener Forschungsverbund Fernerkundung mit Schwerpunkt Umwelt (beteiligt: Wissenschaftler der LMU München, TU München, Universität der Bundeswehr München, DLR)

MPG = Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V., München

MPI = Max-Planck-Institut

NASA = National Aeronautics and Space Administration, USA

NIOZ = Nederlands Instituut voor Onderzoek der ZEE, Texel/Niederlande

OECD = Organization for Economic Cooperation and Development, Paris/Frankreich

ONERA = Office National d'Études et de Recherches Aéropatiales

PAK = Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

PCB = Polychlorierte Biphenyle

PEF = Projekt Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen zur Luftreinhaltung, Karlsruhe (Baden-Württembergisches Landesprogramm)

PI = Principal Investigator (DLR)

PIK = Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Potsdam

PUG = Projekt Umwelt und Gesundheit (Baden-Württembergisches Landesprogramm)

PWAB = Projekt Wasser-Abfall-Boden (Baden-Württembergisches Landesprogramm)

REKLIP = Regio-Klima-Projekt (gemeinsames Forschungsprogramm Baden-Württembergs, des Elsaß und der Schweiz)

ROSI = Reflective Optics Imaging Spectrometre (GKSS)

RWTH = Rheinisch-westfälische Technische Hochschule, Aachen

SAAS = Staatliches Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz (ehem. DDR)

SANA = Wissenschaftliches Begleitprogramm zur Sanierung der Atmosphäre über den neuen Bundesländern (vom BMFT gefördertes Verbundforschungsprojekt)

SAUF = Senatsausschuß für Umweltforschung der DFG

SCAR = Scientific Committee on Antarctic Research, Cambridge/Großbritannien

SFB = Sonderforschungsbereich

STEP = Science and Technology for Environmental Protection (EG-Programm, 1992 beendet)

STRAS = Strategien zur Regeneration hochbelasteter Ökosysteme des Mitteldeutschen Schwarzerdegebietes (Projekt der Universität Halle-Wittenberg)

StMELF = Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

StMLU = Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen

SWS = Semesterwochenstunden

TEMPUS = Trans-European Mobility Scheme of University Students (EG-Stipendienprogramm)

TERN = Terrestrial Ecosystem Research Network (Deutsches Netzwerk Ökosystemforschung)

TH = Technische Hochschule

TNO = Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek, Delft/Niederlande

TOGA = Tropical Ocean and Global Atmosphere Programme (Teilprogramme des World Climate Research Programme WCRP)

TRACT = Transport of Air Pollutants over Complex Terrain (EURO-TRAC-Subprojekt)

TU = Technische Universität

TUB = Technische Universität Berlin

TZ = Technische Zusammenarbeit

UBA = Umweltbundesamt, Berlin

UFZ = Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH

UNEP = United Nations Environment Programme

UNESCO = United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris/Frankreich

UNU = United Nation University (geplant)

VDI = Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf

WaBoLu = Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des BGA, Berlin

WBGU = Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen

WCRP = World Climate Research Programme (wird von der World Meteorological Organization WMO und dem International Council of Scientific Unions ICSU getragen; Unterprogramme: TOGA, WOCE, GEWEX, ACSYS, SPARC)

WHO = Weltgesundheitsorganisation (World Health Organization), Genf

WMO = World Meteorological Organization, Genf/Schweiz

WOCE = World Ocean Circulation Experiment (Teilprogramm des World Climate Research Programme WCRP)

ZALF = Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung, Müncheberg/Brandenburg

ZISCH = Zirkulation und Schadstoffumsatz in der Nordsee (BMFT-Projekt)

ZIT = Zentrum für Interdisziplinäre Technikforschung, TH Darmstadt

ZMAW = Zentrum für Marine und Atmosphärische Wissenschaften,
Hamburg (Bezeichnung lt. Stellungnahmen des Wissenschaftsrates
zur Meeresforschung; in Planung)

ZMK = Zentrum für Meeres- und Klimaforschung, Universität Hamburg

ZMT = Zentrum für Marine Tropenökologie, Bremen

ZSP = Zentrales Schwerpunktprojekt Bioverfahrenstechnik, Universität
Stuttgart und FhIGB

Mitglieder des Wissenschaftsrates

(Stand: Dezember 1993)

I. Von dem Herrn Bundespräsidenten berufene Mitglieder:

1. Auf gemeinsamen Vorschlag der Deutschen Forschungsgemeinschaft, der Max-Planck-Gesellschaft, der Hochschulrektorenkonferenz und der Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen

Dr. rer. pol. Klaus Brockhoff
Professor für Betriebswirtschaftslehre
Direktor des Instituts für Betriebswirtschaftliche
Innovationsforschung
der Christian-Albrechts-Universität
Mitglied seit Juni 1991

Dr. med. Gernot Feifel
Professor für Chirurgie
an der Chirurgischen Universitätsklinik der
Universität des Saarlandes
Homburg/Saar
Mitglied seit Januar 1992

Dr. rer. nat. Dipl.-Phys. Helmut Gabriel
Professor für Theoretische Physik
an der Freien Universität Berlin
Mitglied seit Januar 1988

Olaf Harder
Professor für Bauingenieurwesen,
Rektor der Fachhochschule Konstanz
Mitglied seit Juni 1991

Dr. rer. nat. Gotthilf Hempel
Direktor des Zentrums für
marine Tropenökologie
Professor für Meereskunde,
insbesondere Fischereibiologie,
an der Universität Kiel (beurlaubt)
Mitglied seit Januar 1990

Dr. rer. nat. Karl-Heinz Hoffmann
Professor für Angewandte Mathematik
an der Universität München
Mitglied seit Januar 1990

Dr. phil. Lothar Kreiser
Professor für Logik
an der Universität Leipzig
Mitglied seit Juni 1991

Dr. phil. Lenelis Kruse-Graumann
Professorin für Psychologie:
Schwerpunkt: ökologische Psychologie
an der Fernuniversität Hagen
Honorarprofessorin an der Universität Heidelberg
Mitglied seit Januar 1991

Dr. phil. Dieter Langewiesche
Professor für Neuere und Mittlere Geschichte
an der Universität Tübingen
Mitglied seit Januar 1993

Dr. med. Jürgen van de Loo
Professor für Innere Medizin
an der Universität Münster
Direktor der Medizinischen Klinik und Poliklinik
Mitglied seit Januar 1989

Dr. rer. soc. Karl Ulrich Mayer
Direktor am Max-Planck-Institut
für Bildungsforschung
Honorarprofessor für Soziologie
an der Freien Universität Berlin
Mitglied seit Januar 1993

Dr.-Ing. Franz Mayinger
Professor für Thermodynamik, Wärmeübertragung und
Gas-Flüssigkeits-Strömung
an der Technischen Universität München
Mitglied seit Januar 1991

Dr. med. Volker ter Meulen
Professor für klinische Virologie und Immunbiologie
an der Universität Würzburg
Mitglied seit Januar 1992

Dr. rer. nat. Gerhard Neuweiler
Professor für Zoologie und Vergleichende Anatomie
an der Ludwig-Maximilians-Universität München
Mitglied seit Januar 1988

Dr. phil. Dr. phil. h. c. Dr. phil. h. c. Els Oksaar
Professorin für Allgemeine und Vergleichende
Sprachwissenschaft
an der Universität Hamburg
Mitglied seit Januar 1988

Dr. rer. nat. habil. Benno Parthier
Professor für Biochemie der Pflanzen
an der Universität Halle
Präsident der Deutschen Akademie
der Naturforscher – Leopoldina –
Mitglied seit Juni 1991

Dr. sc. nat. Gerd Röpke
Professor für Theoretische Physik
an der Universität Rostock
Mitglied seit Juni 1991

Dr. rer. nat. Dr. sc. pol. Harald Scherf
Professor für Wirtschaftstheorie, Ökonomie und Statistik
an der Universität Hamburg
Mitglied seit Januar 1991

Dr.-Ing. habil. Dagmar Schipanski
Professorin für Festkörperelektronik
an der Technischen Universität Ilmenau
Mitglied seit Januar 1992

Dr. Eberhard Schmidt-Aßmann
Professor für öffentliches Recht
Direktor des Instituts für deutsches
und europäisches Verwaltungsrecht
der Juristischen Fakultät
der Universität Heidelberg
Mitglied seit Januar 1993

Dr. sc. agr. Georg Schönmuth
Professor für Tierzüchtung und Haustiergenetik
Institut für Tierzüchtung und Haustiergenetik
der Humboldt-Universität zu Berlin
Mitglied seit Juni 1991

Dr. rer. pol. Peter Schulte
Professor für Statistik, Empirische Marketing-Forschung
und Wirtschaftsmathematik
an der Fachhochschule Gelsenkirchen
Mitglied seit Januar 1989

Dr. rer. nat. Max Schwab
Professor für regionale Geologie
am Institut für Geologie der Universität Halle
Mitglied seit Juni 1991

Dr. rer. nat. Jürgen Troe
Professor für Physikalische Chemie
an der Universität Göttingen
Direktor am Max-Planck-Institut für
Biophysikalische Chemie
Mitglied seit Januar 1993

2. Auf gemeinsamen Vorschlag der Bundesregierung und der
Länderregierungen

Dr.-Ing. Hans Hermann Braess
Leiter Wissenschaft und Forschung
der BMW AG

Honorarprofessor an der
Technischen Universität München,
an der Technischen Universität Dresden
und an der Hochschule für Technik
und Wirtschaft Dresden
Mitglied seit Januar 1993

Dr. rer. pol. Friedrich Buttler
Professor, Direktor des Instituts
für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung
der Bundesanstalt für Arbeit
Mitglied seit Januar 1993

Dr. rer. nat. Hans Günter Danielmeyer
Professor für Experimentelle Festkörperphysik
Honorarprofessor an der Technischen Universität München
Mitglied des Vorstandes der Siemens AG
Mitglied seit September 1991

Ludwig Graf Dohna
Vorstandsmitglied der KPMG
Bayerische Treuhandgesellschaft
Mitglied seit Mai 1993

Dr.-Ing. Herbert Gassert
Mitglied des Aufsichtsrats
der ASEA Brown, Boveri Aktiengesellschaft
Mitglied seit Januar 1984

Dr. rer. pol. habil. Dr. h. c. Peter Meyer-Dohm
Professor für Wirtschaftslehre
Honorarprofessor an der Technischen Universität Braunschweig
Leiter Bildungs- und Gesellschaftspolitische Projekte der Volks-
wagen AG
Mitglied seit Januar 1992

Gisa Schultze-Wolters
Direktorin, Generalbevollmächtigte
der IBM Deutschland
– Informationssysteme GmbH
Mitglied seit Januar 1993

Dr. med. Günter Stock
Mitglied des Vorstands der Schering AG
Apl. Professor für Physiologie
an der Freien Universität Berlin
Mitglied seit Januar 1992

II. Von den Regierungen des Bundes und der Länder entsandte Mitglieder

1. Bundesregierung

Dr. phil. Fritz Schaumann
Staatssekretär im Bundesministerium
für Bildung und Wissenschaft

Ständiger Stellvertreter:
Hans Rainer Friedrich
Ministerialdirigent im Bundesministerium
für Bildung und Wissenschaft

Dr. iur. Gebhard Ziller
Staatssekretär im Bundesministerium
für Forschung und Technologie

Ständiger Stellvertreter:
Dr.-Ing. Hermann Strub
Ministerialdirigent im Bundesministerium
für Forschung und Technologie

Dr. sc. pol. Manfred Overhaus
Staatssekretär im Bundesministerium der Finanzen

Ständiger Stellvertreter:
Dr. rer. pol. Lothar Weichsel
Ministerialdirigent im Bundesministerium der Finanzen

Franz Kroppenstedt
Staatssekretär im Bundesministerium des Innern

Ständiger Stellvertreter:
Diethelm Banspach
Ministerialdirektor im Bundesministerium des Innern

Dr. Franz-Josef Feiter
Staatssekretär im Bundesministerium für
Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

Ständiger Stellvertreter:
Annemarie Dopatka
Ministerialdirigentin im Bundesministerium für
Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

Professor Dr. rer. oec. Johann Eekhoff
Staatssekretär im Bundesministerium für Wirtschaft

Ständiger Stellvertreter:
N. N. (Bundesministerium für Verteidigung)

2. Baden-Württemberg

Klaus von Trotha
Minister für Wissenschaft und Kunst

Ständiger Stellvertreter:
Dr. iur. Bernhard Bläsi
Ministerialdirektor im Ministerium
für Wissenschaft und Kunst

3. Bayern

Hans Zehetmair
Staatsminister für Unterricht, Kultus,
Wissenschaft und Kunst

Ständiger Stellvertreter:
Herbert Kießling
Ministerialdirektor im Staatsministerium für Unterricht,
Kultus, Wissenschaft und Kunst

4. Berlin

Professor Dr. iur. Manfred Erhardt
Senator für Wissenschaft und Forschung

Ständiger Stellvertreter:
Professor Dr. phil. Erich Thies
Staatssekretär bei der Senatsverwaltung für
Wissenschaft und Forschung

5. Brandenburg

Hinrich Enderlein
Minister für Wissenschaft, Forschung und Kultur

Ständiger Stellvertreter:
Frank Edgar Portz
Staatssekretär im Ministerium für Wissenschaft,
Forschung und Kultur

6. Bremen

Dr. iur. Henning Scherf
Senator für Bildung, Wissenschaft und Kunst

Ständiger Stellvertreter:
Professor Dr. iur. Reinhard Hoffmann
Staatsrat beim Senator für Bildung,
Wissenschaft und Kunst

7. Hamburg

Wolfgang Curilla
Senator und Präses der Finanzbehörde

Ständiger Stellvertreter:
Hartmuth Wrocklage
Staatsrat der Finanzbehörde

8. Hessen

Professor Dr. phil. Evelies Mayer
Staatsministerin für Wissenschaft und Kunst

Ständiger Stellvertreter:
Dr. iur. Bernd Kummer
Staatssekretär im Ministerium für
Wissenschaft und Kunst

9. Mecklenburg-Vorpommern

Steffie Schnoor
Kultusministerin

Ständiger Stellvertreter:
Dr. iur. Thomas de Maizière
Staatssekretär im Kultusministerium
des Landes Mecklenburg-Vorpommern

10. Niedersachsen

Helga Schuchardt
Ministerin für Wissenschaft und Kultur

Ständiger Stellvertreter:
Dr. iur. Uwe Reinhardt
Staatssekretär im Ministerium für
Wissenschaft und Kultur

11. Nordrhein-Westfalen

Anke Brunn
Ministerin für Wissenschaft und Forschung

Ständiger Stellvertreter:
Dr. iur. Gerhard Konow
Staatssekretär im Ministerium
für Wissenschaft und Forschung

12. Rheinland-Pfalz

Professor Dr. med. E. Jürgen Zöllner
Minister für Wissenschaft und Weiterbildung

Ständiger Stellvertreter:
Harald Glahn
Staatssekretär im Ministerium für Wissenschaft
und Weiterbildung

13. Saarland

Professor Dr. phil. Diether Breitenbach
Minister für Wissenschaft und Kultur

Ständiger Stellvertreter:
Dr. iur. Rüdiger Pernice
Staatssekretär im Ministerium für
Wissenschaft und Kultur

14. Sachsen

Professor Dr. phil. Hans-Joachim Meyer
Staatsminister für Wissenschaft und Kunst

Ständiger Stellvertreter:
Eckhard Noack
Staatssekretär im Staatsministerium
für Wissenschaft und Kunst

15. Sachsen-Anhalt

Professor Dr. sc. techn. Rolf Frick
Minister für Wissenschaft und Forschung

Ständiger Stellvertreter:
Professor Dr. rer. nat. Hans Albrecht Freye
Staatssekretär im Ministerium für Wissenschaft
und Forschung

16. Schleswig-Holstein

Marianne Tidick
Ministerin für Wissenschaft, Forschung und Kultur

Ständiger Stellvertreter:
Dr. rer. pol. Dieter Swatek
Staatssekretär im Ministerium für
Wissenschaft, Forschung und Kultur

17. Thüringen

Dr. sc. nat. Ulrich Fickel
Minister für Wissenschaft und Kunst

Ständiger Stellvertreter:
Dr. iur. Christian Färber
Staatssekretär im Ministerium für Wissenschaft
und Kunst

Vorsitzender des Wissenschaftsrates:

Professor Dr. rer. nat. Gerhard Neuweiler
Seit Januar 1993

Vorsitzender der Wissenschaftlichen Kommission des
Wissenschaftsrates:

Professor Dr. rer. nat. Helmut Gabriel
Seit Januar 1993

Stellvertretender Vorsitzender der Wissenschaftlichen
Kommission des Wissenschaftsrates:

Professor Dr. rer. nat. habil. Benno Parthier
Seit Januar 1993

Vorsitzender der Verwaltungskommission des
Wissenschaftsrates:

Minister Professor Dr. phil. Diether Breitenbach
Seit Januar 1993

Staatssekretär Dr. phil. Fritz Schaumann
Seit Juli 1988

Geschäftsstelle

(Stand: Dezember 1993)

Generalsekretär:

Ministerialdirektor Dr. Winfried Benz

Referatsleiterin
und Referatsleiter:

Dr. Hans-Jürgen Block
Dr. Gisela Frank
Dr. Hans-Gerhard Husung
Dr. Michael Maurer
Dr. Friedrich Tegelbekkers

Referentinnen und
Referenten:

Dr. Hans Afflerbach
Dr. Hans-Joachim Bieber
Dr. Wolfgang Börner
Gero Federkeil
Dr. Dietmar Goll-Bickmann
Steffen Heise
Dr. Christoph Kronabel
Dr. Rainer Langosch
Dr. Michael Quirin
Dr. Susanne Reichrath
Ismet Sarman
Thomas Studer
Ulrike Vieten
Dr. Martina Wächter
Dr. Daisy Weßel

Weitere Mitarbeiterinnen
und Mitarbeiter:

Monika Antosik
Bernt Bauer
Dr. Ursula Bittins
Elke Borchers
Edith Breuer
Werner Bund
Hans-Joachim Dahlke
Erika van Genabeck
Erika Golz
Ellen Haaf
Gabriele Heis
Regina Korn
Helmut Kröner
Petra Langhein
Ingeborg Laub
Rosemarie Lehner
Horst Lenting
Peter Lindlar
Petra Lotzen
Karl Malo
Renate Pflanz
Myriam Pickel
Irmgard Pokahr
Hedwig Ponitka
Hannelore Schaden
Astrid Schulte
Reinhold Schulte
Karin Simnonia
Martina Sonntag
Monika Steffen
Corinna Trybel
Elke Viertel
Renate Wicharz
Manfred Willutzki
Holger Zahnnow

Anschrift der Geschäftsstelle:

Brohler Straße 11
50968 Köln

Telefon: (02 21) 37 76-0
Telefax: (02 21) 38 84 40

Veröffentlichungen des Wissenschaftsrates:

Empfehlungen und Stellungnahmen, die nicht gesondert veröffentlicht wurden, sind in dem seit 1972 jährlich erscheinenden Band „Empfehlungen und Stellungnahmen“ zusammengefaßt. Dieser Band enthält auch den Allgemeinen Teil der Empfehlungen zu den Rahmenplänen nach dem Hochschulbauförderungsgesetz (seit dem 3. Rahmenplan). Ein Verzeichnis der bis 1986 veröffentlichten Schriften enthält der Band „Empfehlungen und Stellungnahmen 1986“. Im folgenden sind nur die nicht vergriffenen Veröffentlichungen aufgeführt.

- Empfehlungen und Stellungnahmen aus den Jahren 1958 bis 1971. 1978 sowie 1972 ff. (jährlich).
- Empfehlungen zur Verbesserung der Lage von Forschung und Lehre in der Zahnmedizin. 1981.
- Stellungnahmen zu den Wirtschaftsforschungsinstituten und zum Forschungsinstitut für Rationalisierung. 1982.
- Wissenschaftsrat 1957-1982. 1983.
- Empfehlungen zum Wettbewerb im deutschen Hochschulsystem. 1985.
- Empfehlungen zur Struktur des Studiums. 1986.
- Empfehlungen zur klinischen Forschung in den Hochschulen. 1986.
- Empfehlungen zum Magazinbedarf wissenschaftlicher Bibliotheken. 1986.
- Stellungnahme zur Zusammenarbeit zwischen Hochschule und Wirtschaft. 1986.
- Stellungnahme zu medizinischen Forschungseinrichtungen außerhalb der Hochschulen. 1987.
- Stellungnahme zu den Zentralen Fachbibliotheken in der Bundesrepublik Deutschland. 1988.
- Stellungnahmen zur Meeresforschung. 1989.
- Stellungnahme zur Förderung der Meeresforschung in den norddeutschen Ländern, Allgemeiner Teil. 1989.
- Stellungnahmen zu Einrichtungen der Information und Dokumentation. 1990.
- Empfehlungen für die Planung des Personalbedarfs an Universitäten. 1990.
- Empfehlungen zur Förderung der klinischen Pharmakologie. 1990.
- Empfehlungen zur Entwicklung der Fachhochschulen in den 90er Jahren. 1991.

- Stellungnahmen zu biologischen Forschungseinrichtungen außerhalb der Hochschulen. 1991.
- Empfehlungen zur Zusammenarbeit von Großforschungseinrichtungen und Hochschulen. 1991.
- Empfehlungen zur Internationalisierung der Wissenschaftsbeziehungen. 1992.
- Empfehlungen zu den außeruniversitären Forschungseinrichtungen der ehemaligen DDR. – 10 Bde. 1992.
 - Allgemeiner Teil
 - Geisteswissenschaften und Akademie der Künste
 - Wirtschafts- und Sozialwissenschaften
 - Mathematik, Informatik, Automatisierung und Mechanik
 - Physik
 - Chemie
 - Biowissenschaften und Medizin
 - Geo- und Kosmoswissenschaften
 - Bauakademie
 - Agrarwissenschaften
- Leitlinien zur Reform des Medizinstudiums. 1992.
- Stellungnahmen zu den Einrichtungen des Sektors Museen der Blauen Liste. 1992.
- Empfehlungen zum 22. Rahmenplan für den Hochschulbau, 1993 – 1996, Bd. 1 – 5. 1992.
- 10 Thesen zur Hochschulpolitik. 1993.
- Empfehlungen zur Neuordnung der Blauen Liste. 1993.